CZASOPISMO TECHNICZNE

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY ZAGADNIENIOM TECHNIKI I ARCHITEKTURY

Rok 60 Kraków, Wrzesień—Październik 1947 Nr. 9—10

Prof. Dr. Inż. A. LANGROD

O HIPOTEZACH WYTĘŻENIA

Nawiązuję do dwóch prac w naszym piśmiennictwie powojennym, a mianowicie do artykułu prof. dr. inż. Z. Klębowskiego: „Warunek wytrzymałościowy na tle hipotez wytężenia" w Czasopiśmie Technicznym", nr 8—10 1946 r. i do artykułu prof. dr. inż. M. T. Hubera: „Teorie wytrzymałościowe" w „Przeglądzie Mechanicznym" nr. 1. 1947 r. Obaj autorzy przedstawiają istotę zagadnienia, dotychczasowe dążenia do jego rozwiązania na podstawie licznie zakładanych, zasadniczo się różniących hipotez, a prof. Huber, twórca hipotezy energii odkształcenia postaciowego na wstępie swego artykułu podnosi, że omawiane zagadnienie „o doniosłości podstawowej w naukach technicznych nie zostało bynajmniej rozwiązane w sposób zadawalający nietylko wymagania nauk ścisłych, ale i potrzeby praktyczne techniki".

Już fizyk Voigt w swej krytyce hipotezy Mohra (Ann. d. Phys. 1901) podniósł, że w tym zagadnieniu nie może być mowy o teorii, lecz najwyżej o regule, gdyż brak mu podstawowej myśli fizycznej. W technicznych zastosowaniach reguła ta może oddawać najcenniejsze usługi lecz nie może mieć znaczenia ogólnego.

W odpowiedzi (V. D. I. 1901) Mohr oświadczył, co następuje: „W obcowaniu z wnikliwymi fachowcami nie rzadko spotykałem się z zapatrywaniem, że próżne jest staranie, naukę o wytrzymałości oprzeć na naukowej podstawie. Jednolite ciała — tak mi przedstawiano — nie istnieją w przyrodzie, również jednolite stany napięcia. Dlatego wywnioskowanie z doświadczeń elementarnej teorii jest niemożliwe. Istniejące niejednostajności są tego rodzaju, że wszelką prawidłowość prawie zupełnie zakrywają a pójście za pół zatartymi śladami tych prawidłowości nie budzi dostatecznego zainteresowania. Nie pozostaje nic innego, jak w każdym ważnym przypadku wykonać osobne doświadczenie i nie troszczyć się o fizyczne tłumaczenie wyników. Musiałem każdorazowo przyznać, że przeciw tym zapatrywaniom nie wiele można powiedzieć. A przecież od przeszło 100 lat powtarza się usiłowanie, w tą oszałamiającą ilość spostrzeżeń wprowadzić porządek. Jeżeliby się udało znaleźć reguły, którym się wiele spostrzeżeń podporządkowuje, oczywiście takie, którym można zaufać, to przez to uzyskałoby się wprawdzie nie prawo elementarne, ale przecież środek pomocniczy do oceny nowych wyników spostrzeżeń ze względu na ich prawdopodobieństwo. W moich oczach już to stanowiłoby postęp. Naturalnie będzie zawsze szło tylko o prawdopodobieństwo a nie o matematyczne zgodności".

Według tych wypowiedzi od hipotezy wytężenia można wymagać tylko użyteczności w praktycznych potrzebach techniki. Praktyczna technika nie wymaga naukowej ścisłości, jej wystarcza dostateczna użyteczność. Technika jest tylko do połowy wiedzą a do połowy sztuką. Bardzo często technik musi opierać się na wyszkolonym wyczuciu. Zachodzi to w przypadkach, gdy teoria nie domaga lub nawet gdy jest zbyt zawiła aby mogła być użyteczna. Niekiedy, opierając się na teoretycznych rozważaniach, doświadczeniach i wyczuciu, tworzy się przybliżone reguły, przy czym udział tych trzech dróg technicznego poznania jest w różnych przypadkach różny. Do tego dochodzi, że wiele technicznych wielkości jest chwiejnych, zależnych od bardzo wielu okoliczności liczbowo nieuchwytnych. W szczególności definicji pojęcia wytężenia brak zupełnie naukowej ścisłości.

Według prof. Klębowskiego „stan fizyczny ciała, rozpatrywany ze względu na stopień narażenia go na osiągnięcie przez siły wewnętrzne niebezpiecznej granicy, zwie się wysiłkiem albo wytężeniem". Według zaś prof. Hubera „przez wytężenie rozumiemy wielkość lub zespół wielkości mechanicznych (np. odkształceń i naprężeń), które można uważać za miarę niebezpieczeństwa pojawienia się odkształceń trwałych o wartości uznanej za szkodliwą w praktyce i prowadzącą w ciągu dalszym do pęknięcia przy odpowiednim zwiększan u wartości licz-

bowej danych obciążeń części konstrukcyjnej". Naukowo ścisłą definicję wytężenia, t. j. opartą na odpowiedniku przyrodniczym, możnaby oprzeć na następującym zjawisku. Przy pewnej wielkości odkształcenia przedmiotów z technicznie ważnych, quasiisotropowych tworzyw, tworzywo doznaje zmiany wewnętrznego ustroju, która ujawnia się na zewnątrz tym, że odkształcenie jest w pewnej części trwałe, t. j. nie zanika po zupełnym odciążeniu. Ponieważ trwałe odkształcenie jest zamierzone tylko przy wyrobie przedmiotów, natomiast szkodliwe przy ich użytkowaniu, przeto granica obciążenia, po której przekroczeniu występuje trwałe odkształcenie, określa wytężenie. Jednak ścisłe doświadczalne wyznaczenie tej granicy jest bardzo trudne a w wielu przypadkach niemożliwe. Z tego powodu w praktyce technicznej tę granicę zastępuje się przez obciążenie, przy którym całkowite odkształcenie, t. j. sprężyste i trwałe, osiąga pewną konwencyjnie ustaloną wielkość. To obciążenie nazywamy granicą płynności. Przy obciążaniu przedmiotów z niektórych tworzyw plastycznych, wykres związku między obciążeniem a odkształceniem stanowi linię ciągłą. W tym przypadku przyjmuje się, że 0,2 % odkształcenia całkowitego określa granicę płynności. Przy niektórych zaś innych tworzywach w powyższym wykresie występuje przerwa ciągłości i w tych przypadkach obciążenie odpowiadające tej przerwie przyjmuje się jako granicę płynności. W tych przypadkach, w których w ten sposób określona granica płynności występuje wyraźnie, istnieją przeważnie dwie granice płynności, górna i dolna. W odnośnych normach technicznych przyjęta jest górna granica płynności jako normalna i ta jest podawana i w stosunku do niej jako granicy niebezpiecznej określa się w praktyce technicznej granicę naprężenia dla danego przedmiotu dopuszczalną. Lecz górna granica płynności jest zależna od wielu przypadkowych okoliczności i dlatego samego tworzywa ma wartość chwiejną (Ensslin, „Die Grundlagen der theoretischen Festigkeitslehre". V. D. I. 1928, str. 1625). Natomiast stałą jest dolna granica płynności i wielu badaczy tę granicę uznaje za charakterystyczną właściwość tworzywa i więcej niezawodną podstawę obliczeń technicznych.

Przy badaniu wytężenia obciążonego przedmiotu zakładamy, że gdy w pewnym punkcie tworzywa przedmiotu występuje wytężenie, to i cały przedmiot doznał wytężenia. W każdym punkcie obciążonego przedmiotu istnieje pewien stan napięcia i szukamy tego punktu, w którym stan napięcia powoduje wytężenie. O związku między obciążeniem a stanem napięcia w poszczególnych punktach poucza teoria sprężystości, oparta na prawie Hooke'a. Wprawdzie ważność tego prawa nie sięga ściśle aż do wybitnie występującej lub konwencyjnie określonej granicy płynności, to jednak dla technicznie praktycznych celów wystarczająco dokładnie. Dla tworzyw kruchych, u których przerwa spoistości występuje przy niewielkim odkształceniu można w mniej lub więcej grubym przybliżeniu przyjąć ważność prawa Hooke'a aż do granicy wytrzymałości i tę granicę przyjąć jako niebezpieczną. Stan napięcia w danym punkcie tworzywa izotropowego określają 3 naprężenia główne s_1, s_2 i s_3. W rozważanym punkcie na każdą płaszczyznę przechodzącą przez ten punkt działają dwa naprężenia, normalne s i styczne t. Zamiast przez naprężenia główne możemy stan napięcia określić przez naprężenia normalne i styczne s_x, s_y, s_z, t_{xy}, t_{yz}, t_{zx}, działające na płaszczyzny obranego systemu osi, co w przeważającej ilości przypadków jest korzystne. Możliwą jest trójkrotnie nieskończona ilość różnych stanów napięcia a zadaniem nauki jest określić, które z tych stanów osiągają założoną granicę niebezpieczną. Rozwiązanie tego zagadnienia na podstawie doświadczeń jest bardzo trudne, nie tylko ze względu na konieczność uwzględnienia wielkiej ilości różnych tworzyw i rodzajów obciążenia lecz także ze względu na techniczną trudność wykonania doświadczeń w bardzo wielu przypadkach. Z tego powodu opierając się na wynikach doświadczeń w niewielu charakterystycznych przypadkach obciążenia i na zewnętrznych zjawiskach występujących przy wytężeniu, szukamy hipotezy ujmującej całokształt zagadnienia. Jest to droga często stosowana w fizyce.

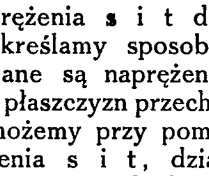
Gdy przy badaniu warunków, t. j. zespołów parametrów, przy których rozpatrywane zjawisko występuje, bezpośrednia droga doświadczalna, czy to ze względu na wielką ilość parametrów, czy na wielką trudność wykonania doświadczeń, nie prowadzi do celu, szukamy drogą hipotezy przyczyny zjawiska, t. j. wszystkich przebiegów powodujących, że przy osiągnięciu pewnych z tych zespołów zjawisko występuje. Przyczyna zjawisk jest z reguły ukryta i przeważnie, mimo ciągu umysłu ludzkiego do poznania wszystkich tajników przyrody, zadawalamy się jakościowym i ilościowym opisem zjawisk a z poznania ich ukrytej przyczyny z konieczności rezygnujemy. Bowiem przypuszczenia oparte tylko na fantazji, nie dające się stwierdzić doświadczalnie i nie mające celu heurystycznego, nie są przedmiotem poważnej nauki. Już Newton powiedział „hypotheses non fingo". Jednak niekiedy utworzona przez wyobraźnię hipoteza przyczyny zjawiska może być heurystyczna. Stwierdziwszy, że obrana hipoteza jest zgodna z rzeczywistością w niektórych doświadczalnie poznanych przypadkach, posługujemy się nią do określenia innych przypadków, których doświadczalne zbadanie przedstawia wielkie trudności, a prawdopodobieństwo, że przy tym nie idziemy drogą błędną, jest tym większe, w im większej ilości przypadków hipoteza odzwierciedla rzeczywistość. Często nawet przy pomocy hipotezy odkrywamy nowe zjawiska, które następnie stwierdzamy doświadczalnie. Mach („Die Principien der Wärmelehre" 1896 r.) podnosi, że jako środek badawczy jest każde wyobrażenie dopuszczalne, które może pomóc i w rzeczywistości pomaga. Jednak pośrednie badanie należy zastąpić przez bezpośrednie, gdy tylko staje się to możliwe.

Nie znamy przebiegów wewnętrznych, powodujących wytężenie tworzywa, w jakikolwiek sposób

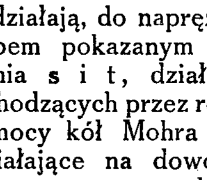
określamy to pojęcie. Z istniejących hipotez tylko hipoteza największego naprężenia stycznego i jej odmiana Coulomb-Mohra poniekąd odzwierciedlają te przebiegi. Wszystkie inne hipotezy przyjmują istnienie pewnej wielkości, jak największe naprężenie normalne, największe odkształcenie podłużne, energia odkształcenia i t. p., która po przekroczeniu pewnej wartości powoduje wytężenie. Hipotezy te odbiegają od hipotez stosowanych we fizyce nie tylko ze względu na nieścisłość pojęcia wytężenia lecz także ze względu na brak wyobrażeniowego uzasadnienia. Jednak nie można zaprzeczyć możliwości istnienia takiej wielkości, której wartość w wystarczającej mierze dla praktyki technicznej określa stopień wytężenia we wszystkich technicznie ważnych przypadkach obciążenia.

Mamy trzy najprostsze przypadki obciążenia, a mianowicie: rozciąganie, ściskanie i skręcanie.

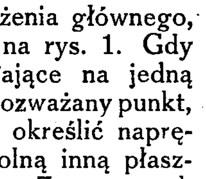
Oznaczając przez s_1 naprężenie główne największe a przez s_3 najmniejsze i określając algebraicznie naprężenia rozciągające jako większe od 0 a ściskające jako mniejsze od 0, w przypadku rozciągania $s_2 = s_3 = 0$, w przypadku ściskania $s_1 = s_2 = 0$, a w przypadku skręcania $s_2 = 0$ a $s_1 = - s_3$. W wykresie, w którym poziomo jest mierzone naprężenie normalne a pionowo naprężenie styczne, związek między tymi naprężeniami, działającymi w jednej z płaszczyzn głównych $s_1 s_2$ lub $s_2 s_3$ lub $s_3 s_1$ na płaszczyznę prostopadłą do danej płaszczyzny głównej, przedstawia koło, t. zw. koło Mohra. Rysunki 1, 2 i 3, przedstawiają koła Mohra dla omawianych trzech rodzajów obciążeń. Kąt nachylenia płaszczyzny, na którą na-



Rys.1 Rozciąganie



Rys. 2 Ściskanie



Rys.3 Skręcanie

prężenia s i t działają, do naprężenia głównego, określamy sposobem pokazanym na rys. 1. Gdy dane są naprężenia s i t, działające na jedną z płaszczyzn przechodzących przez rozważany punkt, możemy przy pomocy kół Mohra określić naprężenia s i t, działające na dowolną inną płaszczyznę przechodzącą przez ten punkt. Zatem w tych 3 przypadkach obciążenia, każda para naprężeń określa jednoznacznie stan naprężenia. Jednak najprościej określają ten stan w przypadku rozciągania naprężenie s_1, w przypadku ściskania naprężenie s_3 a w przypadku skręcania naprężenie t, działające w płaszczyźnie $s_1 s_3$, i te naprężenia, dające się najłatwiej z warunków próby określić, obieramy jako parametry zjawiska wytężenia. Wytężenie występuje, gdy te parametry osiągają wartość niebezpieczną s_{nieb} względnie t_{nieb}. Te zaś wartości stwierdzamy doświadczalnie. Różnym rodzajom tworzywa odpowiadają różne wartości stosunku $\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}}$. Także dla tego samego tworzywa różnie przyjętym granicom niebezpiecznym mogą odpowiadać różne wartości tego stosunku. Wreszcie przy tak samo określonej granicy niebezpiecznej niektóre tworzywa wykazują tę samą wartość s_{nieb} przy rozciąganiu i ściskaniu inne zaś wartości różne. Z tego powodu oznaczać będziemy absolutną wartość naprężenia niebezpiecznego przy ściskaniu przez s'_{nieb} a przy rozciąganiu przez s_{nieb}.

Mogąc łatwo doświadczalnie stwierdzić powyżej określone naprężenia przy wytężeniu w powyższych trzech prostych przypadkach, dążymy przy pomocy hipotezy do określenia warunku wytężenia we wszystkich możliwych przypadkach stanu napięcia w zależności od tych trzech wartości. Pod względem sposobu ujęcia tego zadania możemy podzielić hipotezy wytężenia na dwie grupy. Pierwsza grupa podaje wielkość W, stanowiącą funkcję składowych stanu napięcia o tej właściwości, że gdy osiąga pewną wartość ($W = W_{nieb}$), występuje wytężenie. Ponieważ funkcja ta jest ważną dla wszystkich stanów napięcia, przeto także dla odpowiadającego prostemu ściskaniu lub rozciąganiu. W obu tych przypadkach funkcja ta przedstawia ten sam związek między naprężeniem głównym s a wielkością W, którą dla tych przypadków oznaczmy przez W'. Z równania $W = W'$ znajdujemy naprężenie s jako funkcję składowych rzeczywistego stanu napięcia o tej właściwości, że gdy $s = s_{nieb}$ lub s'_{nieb} to także $W = W_{nieb}$. Zatem wielkość s zastępuje wielkość W, mierzącą stopień wytężenia, a przeto zastępuje także rzeczywisty stan napięcia i dlatego to naprężenie nazywamy naprężeniem zastępczym i oznaczamy przez s_{red} (oznaczenie prof. Hubera). Przy hipotezach największego naprężenia normalnego i największego odkształcenia podłużnego nie mamy wątpliwości, którą z wartości s_{nieb} i s'_{nieb} należy zastosować, lecz hipotezy te mają lub powinny mieć dzisiaj już tylko historyczne znaczenie. Obie zaś hipotezy energii odkształcenia, t. j. całkowitej energii odkształcenia i energii odkształcenia postaciowego, które należą do tej grupy, są ważne tylko dla tworzyw, dla których $s_{nieb} = s'_{nieb}$. Do tej grupy należy również hipoteza Coulomb-Mohra lecz tylko w przypadku, gdy $s_{nieb} = s'_{nieb}$. W przypadku tworzyw o różnych wartościach tych naprężeń hipoteza Coulomb-Mohra należy do grupy drugiej.

Hipotezy drugiej grupy określają bezpośrednio związek między składowymi stanu napięcia a wartościami s_{nieb} i s'_{nieb}, nie stosując pojęcia naprężenia zastępczego. Do tej grupy należy przede wszystkim hipoteza Coulomb-Mohra.

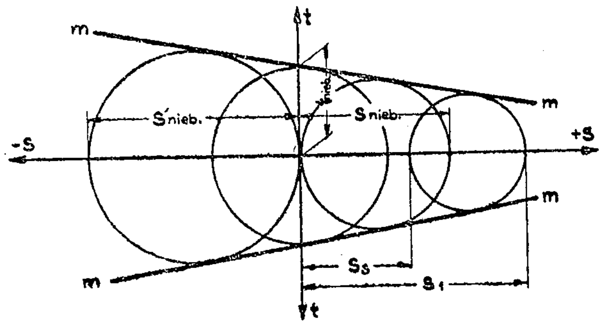
Określając stan napięcia przez naprężenia główne, z hipotezy całkowitej energii odkształcenia wynika

$$s_{red} = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 - 2m\,(s_1 s_2 + s_2 s_3 + s_3 s_1)} \qquad (1)$$

a z hipotezy energii odkształcenia postaciowego

$$s_{red} = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 - s_1 s_2 - s_2 s_3 - s_3 s_1} \qquad (2)$$

Z hipotezy Coulomb-Mohra wynika wykres, pokazany na rys. 4. Koła określające naprężenia s i t, działające w płaszczyźnie $s_1 s_3$, a zatem w płaszczyźnie, w której działają największe i najmniejsze naprężenie główne, a odpowiadające wszelkim stanom napięcia, powodującym wytężenie,



Rys. 4

nie, stykają się z linią mm, różną dla różnych tworzyw. W przybliżeniu, obejmując najważniejsze przypadki obciążenia, można linię mm zastąpić linią prostą, a wówczas z rysunku 4 otrzymujemy drogą geometryczną

$$\frac{s_1}{s_{nieb}} - \frac{s_3}{s'_{nieb}} = 1 \qquad (3)$$

W przypadku, gdy $s'_{nieb} = s_{nieb}$, z równania tego mamy

$$s_{nieb} = s_1 - s_3 \qquad (4)$$

Przechodzę obecnie do porównania wyników obu hipotez, które prof. Huber nazwał konkurencyjnymi, t. j. hipotezy energii odkształcenia postaciowego i hipotezy Coulomb-Mohra, opierając się na powyższych równaniach i na dalszych rozważaniach, przy tym pierwszą hipotezę będę oznaczał przez I a drugą przez II.

Przede wszystkim porównajmy wartość stosunku $\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}}$ wynikającą z obu hipotez z wynikami doświadczeń na rozciąganie i skręcanie. Przy skręcaniu jest $s_1 = -s_3 = t_{max}$ a $s_2 = 0$, a ponieważ przy wytężeniu $s_{red} = s_{nieb}$ a $t_{max} = t_{nieb}$, przeto z rów. 2. hipotezy I mamy

$$\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}} = \sqrt{3} = 1{,}73$$

a z rów. 3. hipotezy II

$$\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}} = 1 + \frac{s_{nieb}}{s'_{nieb}}$$

Tworzywa kruche mają stosunek $\frac{s_{nieb}}{s'_{nieb}} > 1$, a zatem według hipotezy II stosunek $\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}} > 2$. Dla stali może być według doświadczeń Bauschingera stosunek $\frac{s_{nieb}}{s'_{nieb}} \gtrless 1$, a zatem stosunek $\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}} \gtrless 2$. Na ogół jednak dla tworzyw plastycznych można z wystarczającą dokładnością przyjąć $\frac{s_{nieb}}{s'_{nieb}} = 1$ a $\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}} = 2$.

Porównajmy powyższe wartości, wynikające z hipotez z wartościami otrzymanymi z doświadczeń z tworzywami plastycznymi. Ensslin (V. D. I. 1928, str. 1625) badał różne gatunki stali posiadające wybitną granicę płynności. Próbom były poddane pełne pręty osobno na rozciąganie i na skręcanie oraz rury o średnicy zewnętrznej 12 do 14 mm i grubości ścianki 2 do 0,5 mm wyłącznie na skręcanie. Naprężenie na granicy płynności określano przy pełnych prętach a początkowo także przy rurach z równania

$$t_{nieb} = \frac{M}{\dfrac{\pi\,(d_z^4 - d_w^4)}{16\, d_z}} \qquad (5)$$

Następnie przyjęto, że gdy tworzywo cienkościennej rury przeszło w stan płynności, to w całej ściance występuje jednakie naprężenie, które obliczano z równania

$$t_{nieb} = \frac{M}{\dfrac{\pi\,(d_z^4 - d_w^3\, d_z)}{12\, d_z}} \qquad (6)$$

wskutek czego otrzymano wartości dość znacznie niższe.

Ensslin porównuje wyniki swych doświadczeń z wynikami doświadczeń Guest'a z cienkościennymi rurami z miękkiej stali, miedzi i mosiądzu. Rury te miały średnicę zewnętrzną = 32,435 mm a grubość ścianki = 0,635 mm. Doświadczenia te obejmowały próby tak pod obciążeniem złożonym jak i pod pojedynczym na rozciąganie i skręcanie. Poza niewielu wyjątkami próby pojedyncze wykazały dla naprężenia stycznego przy skręcaniu te same wyniki co próby pod obciążeniem złożonym. Jako naprężenie na granicy płynności przyjął Guest naprężenie występujące na początku trwałego odkształcania przy niezmiennym obciążeniu. Naprężenie styczne określano w tych doświadczeniach z rów. 5. Ze względu na bardzo cienką ściankę rur naprężenie określone z rów. 5, jest tylko o 0,7 % większe od określonego z rów. 6. Oznaczmy przez m stosunek $\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}}$ według prób Ensslina z pełnymi prętami, przez m' stosunek ten według prób Ensslina, przy których skręcaniu były poddane rury a t_{nieb} określano z rów. 5., przez m'' stosunek ten według tych samych prób, jednak przy określeniu t_{nieb} z rów. 6., wreszcie przez m''' stosunek ten według prób Guest'a, wykonanych pod obciążeniem pojedyńczym z rurami z miękkiej stali. Otrzymano następujące wartości:

m	= 1,3 — 1,5	średnio	1,4
m'	= 1,42 — 1,72	„	1,58
m''	= 1,54 — 1,86	„	1,705
m'''	= 1,7 — 2,6	„	1,92

Z doświadczeń tych wynika, że im cieńszy jest próbowany przedmiot, tym większą wartość ma

stosunek $\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}}$ a tym mniejszą t_{nieb}. O zjawisku, że ze zmniejszaniem się grubości przedmiotu podwyższa się granica niebezpieczna, t. j. przedmiot staje się wytrzymalszy, wspomina prof, Huber w swym wyżej przytoczonym artykule.

Temu zjawisku przeczą wyniki powyższych doświadczeń, lecz zdaje się tylko pozornie. Bowiem wartości m" określono z wartości s_{nieb}, stwierdzonych na pełnych prętach i z wartości t_{nieb}, stwierdzonych na cienkościennych rurach. Natomiast przy określaniu wartości m''' uwzględniono tak wartości s_{nieb} jak i t_{nieb} z doświadczeń z cienkościennymi rurami. Jednak niejasne są stosunkowo bardzo niskie wartości m. Prawdopodobnie pochodzi to od wpływu rozmieszczenia naprężeń, które jest zasadniczo inne przy rozciąganiu i skręcaniu pełnych prętów, a mniej jest różne w rurach i tym mniej, im cieńszą jest rura.

Wreszcie z doświadczeń Bauschingera ze stalą Bessemerowską wynikają następujące wartości:

$$\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}} = \text{od } 1,82 \text{ do } 2,33 \text{ a średnio } 2,12$$

przy czym stosunek $\frac{s'_{nieb}}{s_{nieb}}$ wynosił od 0,91 do 1,10 a stosunek $\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}}$ na ogół zmniejszał się z wzrostem stosunku $\frac{s'_{nieb}}{s_{nieb}}$, jak to odpowiada hipotezie Coulomb-Mohra.

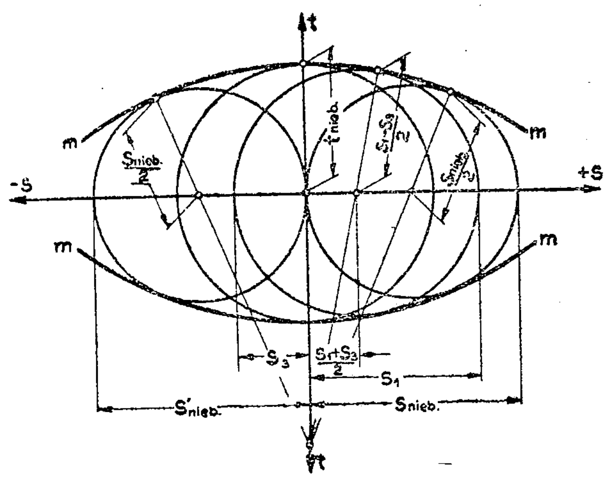
W świetle tych doświadczeń hipotezie I nie można przyznać większej zgodności z rzeczywistością niż hipotezie II.

Równanie 3. jest oparte na założeniu Mohra, że w zakresie stanów napięcia, t. j. obejmującym proste ściskanie i proste rozciąganie oraz wszystkie rodzaje obciążenia, którym odpowiadają pośrednie stany napięcia, jak proste skręcanie, jednoczesne zginanie i skręcanie i t. p., obwiednia mm może być z praktycznie wystarczającą dokładnością przyjęta jako prosta. Gdyby jednak wynikało z doświadczeń, że wartości s'_{nieb}, s_{nieb} i t_{nieb} nie odpowiadają temu założeniu, to świadczyłoby to tylko, że powyższe założenie a nie, że powyższa hipoteza jest błędną. Wszak do dowolnych wartości tych wielkości możemy dostosować kształt obwiedni. Załóżmy n. p., że $s'_{nieb} = s_{nieb}$, a $\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}} < 2$, to możemy przyjąć, że w powyższym zakresie stanów napięcia obwiednia jest kołem, jak to jest w rys. 5. pokazane. Drogą geometryczną znajdujemy z rys. 5., że w tym przypadku mamy zamiast rów. 4. następujące równanie:

$$\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}} = \frac{(s_1 - s_3)\, t_{nieb} + 2\, s_1\, s_3}{t^2_{nieb} + s_1\, s_3} \qquad (5)$$

Małe jest prawdopodobieństwo, aby hipoteza, z której wynika tylko jedna ściśle określona wartość stosunku $\frac{s_{nieb}}{t_{nieb}}$, odzwierciedlała rzeczywistość, skoro różnym tworzywom nawet podobnego rodzaju opowiadają w rzeczywistości różne wartości tego stosunku. Zgodność tej wartości z wartością, stwierdzoną doświadczalnie dla pewnych tworzyw, jest bodaj tylko przypadkową.

Hipotezy, według których wielkość określająca stopień wytężenia jest niezmiennikiem osi spółrzędnych, a zatem hipoteza całkowitej energii od-

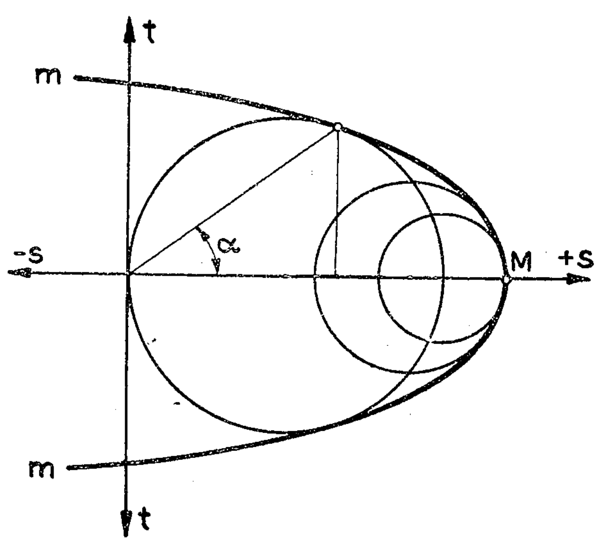


Rys. 5

kształcenia i hipoteza energii odkształcenia postaciowego, nie tłumaczą przyczyny i przebiegu trwałego odkształcenia postaciowego, technicznie ważnych tworzyw. Według tych hipotez odkształcenie występuje jednocześnie we wszystkich kierunkach, przy czym element tworzywa o kształcie kuli przechodzi w elipsoid. Ten przebieg jest sprzeczny ze zjawiskami występującymi przy wytężeniu tworzyw technicznie ważnych, które są drobnoziarniste, quasi izotropowe. W tworzywie quasi izotropowym trwałe odkształcenie występuje przez ześlizgiwanie w kierunkach nachylonych do naprężeń głównych pod ściśle określonym kątem. Powstają powierzchnie ślizgowe, które n. p. w płaskich próbkach stalowych ujawniają się na zewnętrznych polerowanych powierzchniach w postaci krzyżujących się linij, t. zw. linij Lüders'a. Kąt pochylenia tych linij nie zmienia się z wzrostem obciążenia i jest zależny tylko od rodzaju tworzywa. Tego zjawiska nie tłumaczy żadna hipoteza oparta na niezmiennikach, natomiast na podstawie tego zjawiska powstała hipoteza największego odkształcenia stycznego (Guest'a) i jej udoskonalona odmiana, hipoteza Coulomb-Mohra. Ponieważ tworzywo ześlizguje się pod działaniem naprężenia stycznego, przeto według Guest'a największe naprężenie styczne w całym zespole naprężeń jest miarą wytężenia, które występuje z chwilą, gdy to naprężenie osiąga pewną dla danego tworzywa charakterystyczną wartość i ujawnia się ześlizgiwaniem się tworzywa w kierunku tego naprężenia. Natomiast Mohr, uwzględniając, że ześlizgiwaniu się tworzywa przeciwdziała tarcie wewnętrzne, które według Coulomba jest zależne nietylko od jakości tworzywa lecz także od naprężenia normalnego działającego na powierzchnię ślizgową, przyjął, że nie największe naprężenie styczne powoduje wy-

tężenie, lecz to, które wynika z pewnego dla danego tworzywa charakterystycznego związku między naprężeniem stycznym i normalnym. Tak z hipotezy Guest'a jak i z hipotezy Coulomb-Mohra wynika, że kierunek natężenia stycznego, powodującego wytężenie leży w płaszczyźnie, przechodzącej przez największe i najmniejsze naprężenie główne, gdyż w tej płaszczyźnie działają największe naprężenia styczne. Przeto według obu tych hipotez średnie naprężenie główne s_2 nie ma wpływu na wytężenie. Powyższy związek między naprężeniem stycznym i normalnym przedstawia wyżej wspomniana obwiednia kół naprężeń w płaszczyźnie $s_1 s_3$.

Hipoteza Coulomb-Mohra tłumaczy także kształt rozłamu przy rozrywaniu próbki z plastycznego tworzywa Rozłam składa się z dwóch powierzchni, z których środkowa jest płaska, prostopadła do siły rozrywającej, a skrajna tworzy stożek, którego tworzące odpowiadają liniom Lüdersa. Tworzenie się stożka wynika bezpośrednio z hipotezy Coulomb-Mohra, gdyż stożek ten stanowi powierzchnię ślizgową. Natomiast wyjaśnienia wymaga zgodność z tą hipotezą środkowej płaskiej części rozłamu. Utrudnienie zwężania się rozciąganej próbki powoduje zwiększenie naprężenia rozciągającego, potrzebnego do rozerwania próbki, odniesionego do przekroju w chwili rozłamu. Utrudnienie to jest tym większe, im krótszą jest próbka między uchwytami, zwiększa się znacznie w przewężeniu, występującym przed rozerwaniem, a gdy próbka posiada karb, jest szczególnie wielkie w przekroju objętym karbem. Wskutek tego utrudnienia stan napięcia w najwęższym przekroju rozciąganej próbki jest trójkierunkowy i niejednostajnie rozmieszczony. W środku przekroju w miejscach, w których stanom napięcia odpowiadają koła Mohra, stykające się z obwiednią mm w punkcie jej przecięcia osi s (rys. 6. punkt M), występuje płaski rozłam poprzeczny, zaś w bliskości krawędzi, gdzie osiowe naprężenie główne jest mniejsze a stan napięcia jest prawie lub ściśle dwukierunkowy, występuje rozłam stożkowy, odpowiadający powierzchni ślizgowej z kątem pochylenia tworzących = a (rys. 6). Nieco odmiennie tłumaczy to zjawisko Mohr w swym dziele „Abhandlungen aus dem Gebiete der technischen Mechanik" (1906 r.). W każdym razie wzrost wytrzymałości efektywnej, t. j. odniesionej do przekroju rzeczywistego a nie pierwotnego, tłumaczy się wystąpieniem trójosiowych stanów napięcia. Część płaska rozłamu jest tym większa a część stożkowa tym mniejsza, im większe jest utrudnienie zwężenia, n. p. w próbce z karbem, i im więcej kruche jest tworzywo, t. j. im mniejszy jest odstęp punktu M od koła Mohra, odpowiadającego prostemu rozciąganiu.



Rys. 6

W podobny sposób tłumaczy się zjawisko, że przy skręcaniu prętów z tworzywa kruchego i śrub z tworzywa plastycznego pęknięcie występuje prostopadle do naprężenia głównego rozciągającego a przy skręcaniu prętów z tworzywa plastycznego w płaszczyźnie naprężenia stycznego t. j. w płaszczyźnie momentu skręcającego.

Bodaj jedynym, poważnym argumentem przeciw hipotezie Coulomb-Mohra jest wątpliwość, czy w rzeczywistości średnie naprężenie główne s_2 nie ma wpływu na wytężenie. Na poparcie tego wyniku swej hipotezy wskazuje Mohr na wyniki doświadczeń Föppl'a i doświadczeń Guest'a.

P. Ludwig i R. Scheu („Vergleichende Zug-, Druck-, Dreh-, und Walzversuche". Stahl und Eisen, 1925 r.) wnoszą z wyników swych doświadczeń z miedzią, że przede wszystkim naprężenie styczne zdaje się być miarą wytężenia. Jednak Kármán, którego doświadczenia z bryłami piaskowca i marmuru w dużej mierze potwierdzają hipotezę Coulomb-Mohra, wyraził wątpliwość odnośnie zupełnego braku wpływu średniego naprężenia głównego na wytężenie. Tę wątpliwość wyrazili także jeszcze inni badacze. Do tej wybitnie ważnej sprawy powrócę jeszcze na końcu artykułu.

W przypadku wszechstronnego równomiernego ściskania obie hipotezy dają wynik ten sam, t. j., że w tym przypadku nie może wystąpić wytężenie, gdyż z rów. 2. wynika $s_{red} = 0$, a w wykresie Mohra w tym przypadku koło redukuje się do punktu na osi s, który nie może leżeć na obwiedni mm, gdyż obwiednia nie przecina tej osi po stronie ujemnej. Lecz sprawę tę omówię nieco szerzej ze względu na krytykę Voigt'a hipotezy Coulomb-Mohra.

Voigt oparł swą krytykę na wynikach doświadczeń w zwykłej i w sprężonej atmosferze z próbkami z soli kamiennej i z tworzywa utworzonego z mieszaniny kwasu stearynowego, kwasu palmitynowego i parafiny. Tak Mohr w odnośnej dyskusji (V. D. I. 1901 r.) jak i prof. Huber w pierwszej publikacji pierwotnej formy swej nowej hipotezy („Właściwa praca odkształcenia jako miara wytężenia materiału" 1904 r.) podnoszą, że użyte do doświadczeń tworzywa nie dogadzają warunkom stosowalności hipotez, Mohr wskazuje także na wielką nieścisłość określenia wytrzymałości na ściskanie soli kamiennej. (C. d. n.)

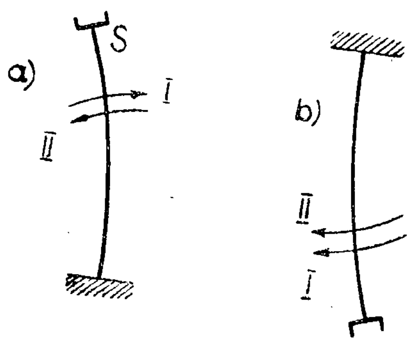
Inż. Dr. WITOLD NOWACKI

DRGANIA POPRZECZNE I WYBOCZENIE UKŁADU RAMOWEGO JAKO PROBLEM ŁĄCZNY

A) W mechanice ciał doskonale sztywnych stosuje się zazwyczaj miarę dynamiczną do określenia stopnia stateczności układu. Wychylając ciało z położenia równowagi, badamy, czy układ wraca do położenia równowagi w sposób powolny czy szybki. Przy znacznym stopniu stateczności układu otrzymamy znaczną częstotliwość drgań; dla zmniejszającego się stopnia stateczności częstość drgań maleje, dążąc ze zbliżeniem się do granicy stateczności, do zera. Okres drgań własnych względnie częstotliwość drgań stanowi tu dynamiczną miarę niestateczności.

Dynamiczną miarę niestateczności rozszerzono i na ciała sprężyste. Proste doświadczenie, wykonane przez A. Sommerfelda*) i poparte rozważaniem teoretycznym, stwierdza, że smukły pręt pionowy, wprowadzony w drgania poprzeczne, drga z większą częstotliwością w położeniu (rys. 1a) niż w położeniu jak na rys. 1b.

W pierwszym położeniu ciężar własny pręta wywołuje w pręcie naprężenia ściskające, a przy wy-



rys. 1.

chyleniu pręta z położenia równowagi, moment sił ciężkości II przeciwstawia się momentowi sprowadzającemu pręt do położenia równowagi. W drugim położeniu ciężar własny wywołuje rozciąganie, a momenty I i II działają w tym samym kierunku. Jeżeli w położeniu pierwszym pręta na szalce S położymy ciężarki, to ze wzrostem obciążenia, częstotliwość drgań własnych stopniowo zmniejszy się. Dla częstotliwości $\omega \rightarrow 0$ obciążenie i ciężar własny pręta zdążają do obciążenia krytycznego pręta na wyboczenie.

Belka w dwóch punktach podparta swobodnie, ściskana siłą podłużną i wprowadzona w drgania poprzeczne, zmienia częstotliwość drgań własnych w zależności od wielkości siły podłużnej według wzoru:

$$\omega_k^2 = \omega_0^2\left(1 - \frac{S}{S_k}\right) \qquad \text{(a)}$$

*) A. Sommerfeld: „Eine einfache Vorrichtung zur Veranschaulichung des Knickvorganges". Z. V. D. J. 1905. Str. 1320.

gdzie $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$ jest częstotliwością drgań własnych przy braku siły podłużnej $(S = 0)$

$\omega_k = \frac{2\pi}{T}$ jest częstotliwością drgań własnych przy $S \neq 0$

$S_k = \frac{k^2\pi^2 EJ}{l^2}$ jest siłą krytyczną wyboczenia.

Z równania (a) wysnuć można następujące wnioski:

a) Częstotliwość drgań własnych ω_k zmniejsza się ze wzrastającą siłą podłużną i dla $S \rightarrow S_k$ dąży do zera.

b) Częstotliwość drgań własnych wzrasta ze wzrostem siły rozciągającej S.

c) W wypadku drgań wymuszonych następuje ze wzrostem ω zmniejszenie siły krytycznej pręta.

Powyższe twierdzenie zawdzięczamy L. Eulerowi. Związek (a) stanowi dynamiczną miarę wyboczenia. Z pewnym przybliżeniem związek ten będzie słuszny dla prętów o zmiennym przekroju i odmiennych rodzajach utwierdzenia końców pręta.

Z miary dynamicznej wyboczenia korzysta się praktycznie przy określaniu sił krytycznych dla wież, masztów, gdzie na modelu lub w naturze określenie okresu drgań własnych nie nastręcza większych trudności; trudność stanowi określenie sztywności na zginanie układu (odpowiednik EJ dla pręta).

Poniżej zajmiemy się układami ramowymi nieprzesuwnymi o prętach drgających poprzecznie i jednocześnie ściskanych lub rozciąganych.

B) Rozważmy dowolny, płaski, nieprzesuwny układ ramowy, składający się z prętów prostych. Niech siły działają jedynie w węzłach, wywołując w prętach w stanie statycznym wyłącznie siły podłużne. Przekroje prętów niech będą tak dobrane, że wyboczenie nastąpić może jedynie w płaszczyźnie układu ramowego. Zakładamy nieściśliwość prętów, pomijając wpływ sił podłużnych na odkształcenie układu i pomijając wpływ drgań podłużnych prętów. Zakładamy dalej, że wszelkie założenia teorii wyboczenia jak i drgań własnych są spełnione, a problem zacieśniony do obszaru odkształceń sprężystych.

Ze względu na nieraz bardzo wysoką statyczną niewyznaczalność układu ramowego, stosujemy metodę odkształceń, przyjmując kąty obrotu węzłów jako wielkości nadliczbowe geometryczne.

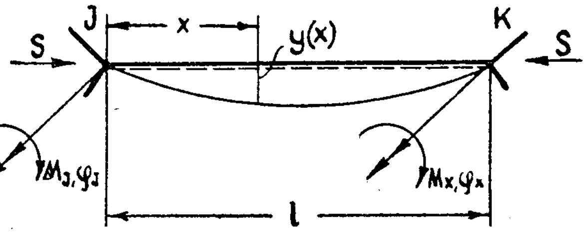
Jeżeli układ ramowy wychylimy z położenia równowagi i w sposób nagły usuniemy przyczynę wychylenia, układ wykonywać zacznie poprzeczne drgania swobodne. Jeśli pominąć wpływ tłumienia

zewnętrznego i wewnętrznego, to drgania te nie zanikają ani nie zmniejszają swych aplitud.

Z układu ramowego wyodrębnijmy pręt J—K. Na końcach pręta, wykonujących drgania własne, powstają momenty o amplitudach M_J, M_K, oraz kąty obrotu o amplitudach φ_J, φ_K.

Równanie różniczkowe problemu brzmi:

$$EJ\frac{\vartheta^4 y}{\vartheta x^4} + S\frac{\vartheta^2 y}{\vartheta x^2} + \mu\frac{\vartheta^2 y}{\vartheta t^2} = 0 \qquad (1)$$



rys. 2.

μ = masa pręta na jednostkę długości.

Zakładając: $y(x, t) = y(x)\sin\omega t$, przy narazie nieznanej postaci drgań $y(x)$ i częstotliwości drgań $\omega = \frac{2\pi}{T}$ przekształcamy cząstkowe równanie różniczkowe (1) na zwyczajne równanie różniczkowe

$$EJ\frac{d^4y}{dx^4} + S\frac{d^2y}{dx^2} - \omega^2\mu y = 0 \qquad (1')$$

Oznaczając dla skrócenia:

$$\alpha^2 = \frac{S l^2}{EJ}, \quad \frac{\mu\,\omega^2 l^4}{EJ} = \beta^4,$$

$$\delta = \sqrt{-\frac{\alpha^2}{2} + \sqrt{\frac{\alpha^4}{4} + \beta^4}},$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\alpha^2}{2} + \sqrt{\frac{\alpha^4}{4} + \beta^4}}, \qquad \xi = \frac{x}{l}$$

otrzymamy całkę ogólną równania (1') w postaci:

$$y(\xi) = C_1\,\mathrm{Cos}\,\delta\xi + C_2\,\mathrm{Sin}\,\delta\xi + C_3\sin\varepsilon\xi + C_4\cos\varepsilon\xi \qquad (2)$$

Z warunków brzegowych:

$$\xi = 0: \quad y(0) = 0, \quad y''(0) = -\frac{M_J}{EJl^2}$$

$$\xi = 1: \quad y(1) = 0, \quad y''(1) = \frac{M_K}{EJl^2}$$

wyznaczymy stałe $C_1 \ldots\ldots C_4$ jako funkcje momentów przywęzłowych M_J, M_K. Jeżeli tak określone stałe $C_1 \ldots\ldots C_4$ wstawimy do zależności

$y'(0) = \varphi_J/l$; $\quad y'(1) = \varphi_K/l$ $\quad$ i powyższe równania rozwiążemy względem M_J i M_K, dojdziemy do następujących równań:

$$M_J = m\,[c(\alpha,\beta)\,\varphi_J + S(\alpha,\beta)\,\varphi_K]; \qquad (3)$$
$$M_K = m\,[s(\alpha,\beta)\,\varphi_J + c(\alpha,\beta)\,\varphi_K]$$

gdzie:

$$c(\alpha,\beta) = \frac{\delta^2+\varepsilon^2}{2}\cdot\frac{\mathrm{Cos}\,\delta\sin\varepsilon - \varepsilon\cos\varepsilon\,\mathrm{Sin}\,\delta}{\mathrm{Sin}\,\delta\sin\varepsilon\,(\delta^2-\varepsilon^2) - 2\,\delta\varepsilon\,(\mathrm{Cos}\,\delta\cos\varepsilon - 1)}$$

$$s(\alpha,\beta) = \frac{\delta^2+\varepsilon^2}{2}\cdot\frac{\varepsilon\,\mathrm{Sin}\,\delta - \delta\sin\varepsilon}{\mathrm{Sin}\,\delta\sin\varepsilon\,(\delta^2-\varepsilon^2) - 2\,\delta\varepsilon\,(\mathrm{Cos}\,\delta\cos\varepsilon - 1)}$$

$$m = \frac{2EJ}{l}.$$

W wypadku szczególnym $\alpha = 0$, $S = 0$, otrzymamy:

$$M_J = m\,[c(\beta)\,\varphi_J + s(\beta)\,\varphi_K] \qquad (3a)$$
$$M_K = m\,[s(\beta)\,\varphi_J + c(\beta)\,\varphi_K]$$

gdzie:

$$s(\beta) = \frac{\beta}{2}\cdot\frac{\mathrm{Sin}\,\beta - \sin\beta}{1 - \mathrm{Cos}\,\beta\cos\beta};$$

$$c(\beta) = \frac{\beta}{2}\cdot\frac{\mathrm{Cos}\,\beta\sin\beta - \mathrm{Sin}\,\beta\cos\beta}{1 - \mathrm{Cos}\,\beta\cos\beta}.$$

W wypadku $\alpha \neq 0$, $\beta = 0$ równanie (3) przechodzi na:

$$M_J = m\,[c(\alpha)\,\varphi_J + s(\alpha)\,\varphi_K] \qquad (3b)$$
$$M_K = m\,[s(\alpha)\,\varphi_J + c(\alpha)\,\varphi_K]$$

gdzie:

$$c(\alpha) = \frac{\alpha}{2}\cdot\frac{\sin\alpha - \alpha\cos\alpha}{2(1-\cos\alpha) - \alpha\sin\alpha}$$

$$s(\alpha) = \frac{\alpha}{2}\cdot\frac{\alpha - \sin\alpha}{2(1-\cos\alpha) - a\sin\alpha}.$$

Wreszcie dla $\alpha \to 0$, $\beta \to 0$ przechodzimy z problemu dynamicznego na problem statyczny: $c(\alpha,\beta) \to 2$, $s(\alpha,\beta) \to 1$.

$$M_J = m\,(2\varphi_J + \varphi_K); \quad M_K = m\,(\varphi_J + 2\varphi_K) \qquad (3c)$$

Jeżeli np. w węźle J istnieje przegub, to $M_J = 0$. Eliminując z pierwszego i drugiego równania (3) wielkość φ_J, uzyskamy:

$$M_J = 0; \qquad M_K = m\,\bar{c}(\alpha,\beta)\,\varphi_K \qquad (4)$$

gdzie: $\bar{c}(\alpha,\beta) = \frac{\delta^2+\varepsilon^2}{2}\cdot\frac{1}{\delta\,\mathrm{Ctg}\,\delta - \varepsilon\,\mathrm{ctg}\,\varepsilon}$.

W wypadku siły rozciągającej należy w równaniu (4) w miejsce α wstawić $\alpha\sqrt{-1}$, co w konsekwencji prowadzi do zamiany δ na ε w tych równaniach.

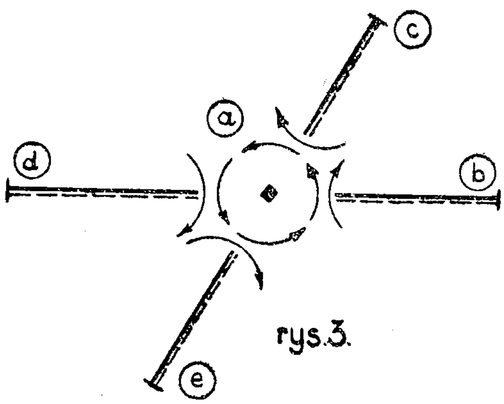
C) Rama nieprzesuwna o r węzłach wolnych jest układem r-krotnie geometrycznie niewyznaczalnym. Odpowiednią ilość równań warunkowych

otrzymamy ze zrównoważenia węzłów (sprowadzając w myśl zasady d'Alemberta zagadnienie dynamiczne do statycznego).

Suma amplitud momentów przywęzłowych dowolnego węzła a ramy winna być dla każdej chwili $t = t_0$ równą zeru. Przy r węzłach układu ramowego otrzymamy r równań typu

$$\sum_i Mai = Mab + Mac + Mad + Mae = 0 \quad (5)$$

Po wprowadzeniu do wielkości Mai związków (3, 4) uzyskamy układ r równań liniowych względem φ i jednorodnych. Układ jednorodnych równań warunkowych będzie tylko wtedy niesprzecznym (pominąwszy rozwiązanie trywialne $\varphi = 0$), gdy wyznacznik układu równań $D(\alpha, \beta)$ będzie równy zeru.



rys. 3.

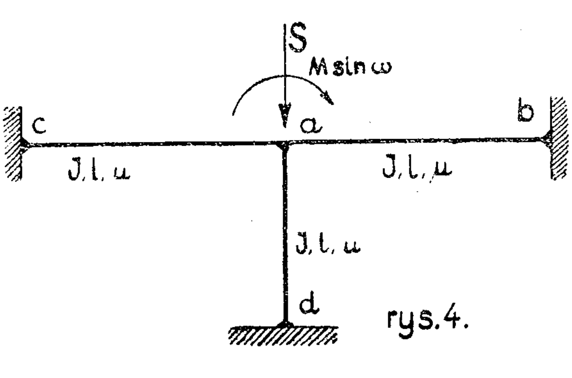
Warunek $D(\alpha, \beta)$ daje równanie przestępne o ∞ ilości pierwiastków β. Najmniejszy z nich określi podstawową częstotliwość drgań własnych.

I tak dla układu ramowego (rys. 4) zrównoważenie węzła daje

$$Mab + Mac + Mad = 0$$

$$Mab = mc(\beta)\,\varphi_a; \qquad Mac = mc(\beta)\varphi_a$$

$$Mad = mc(\alpha, \beta)\varphi_a$$



rys. 4.

Wyznacznik układu, przy α = const. przyjmie postać:

$$D_\beta = 2\,c(\beta) + c(\alpha, \beta) = 0 \quad (I)$$

Równanie (I) określi zmianę częstotliwości drgań własnych wywołaną siłą S.

Jeżeli w węźle a działa moment $M \sin \omega t$, wywołujący drgania wymuszone układu, przy stałej częstotliwości ω, to zrównoważenie węzła a daje:

$$(Mab + Mac + Mad) \sin \omega t = M \sin \omega t$$

Przy stałym ω, a tym samym przy stałym β, można wyznaczyć siłę krytyczną S, wywołującą zniszczenie układu.

W tym wypadku przy $\varphi_a \to \infty$ otrzymamy jako warunek wyboczenia

$$D_\alpha = 2\,c(\beta) + c(\alpha, \beta) = 0, \quad \beta = \text{const.} \quad (II)$$

Równanie (II) określi zmianę siły krytycznej S_K w zależności od zmieniającej się częstotliwości drgań własnych.

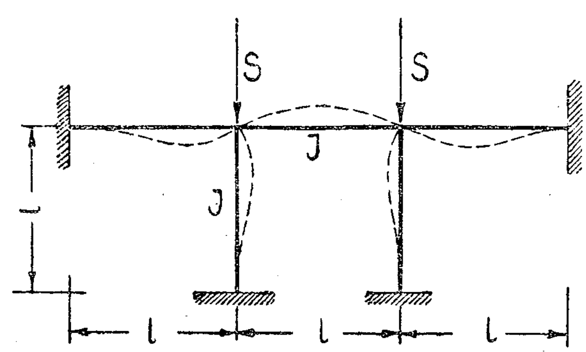
Dla $\alpha = 0$, $D_\beta = 3\,c(\beta) = 0$, równanie warunkowe drgań własnych bez udziału siły podłużnej.

Dla $\beta = 0$, $D_\alpha = 4 + c(\alpha) = 0$, otrzymujemy równanie warunkowe wyboczenia układu.

Zrównoważenie węzłów 1 i 2 układu ramowego rys. 5 daje układ dwóch równań:

$$[2\,c(\beta) + c(\alpha, \beta)]\,\varphi_1 + s(\beta)\,\varphi_2 = 0$$

$$s(\beta)\,\varphi_1 + [2\,c(\beta) + c(\alpha, \beta)]\,\varphi_2 = 0.$$



rys. 5.

Rozwiązanie wyznacznika układu równań prowadzi do dwóch równań warunkowych:

$$\left.\begin{aligned} 2\,c(\beta) + s(\beta) + c(\alpha, \beta) &= 0 \\ 2\,c(\beta) - s(\beta) + c(\alpha, \beta) &= 0 \end{aligned}\right\} \quad (III)$$

Pierwsze równanie przedstawia arytmetyczną ($\varphi_1 = \varphi_2$), drugie symetryczną postać wygięcia układu ramowego.

Wypadek $\beta = 0$ daje $c(\alpha) + 3 = 0$

$$c(\alpha) + 1 = 0.$$

W wypadku $\alpha = 0$ otrzymamy

$$3\,c(\beta) + s(\beta) = 0$$

$$3\,c(\beta) - s(\beta) = 0.$$

Dla większej ilości węzłów układu ramowego wyznaczenie pierwiastków $D(\alpha, \beta) = 0$ nastręcza znaczne trudności rachunkowe. W tym wypadku duże usługi moze oddać algorytm Gauss'a.

Wyznacznik układu równań liniowych jednorodnych:

$$\sum_{i=1}^{i=n} a_{ki}\,\varphi_i = 0 \qquad (k = 1,2 \ldots\ldots n) \qquad \text{(IV)}$$

można przedstawić w postaci:

$$D(\alpha, \beta) = a_{11} \cdot a_{22}^{(1)} \cdot a_{33}^{(2)} \ldots\ldots a_{nn}^{(n-1)} \qquad \text{(V)}$$

gdzie $a_{kk}^{(k-1)}(\alpha, \beta)$ jest współczynnikiem przy φ_K w pierwszym równaniu $(k - 1)$-szej eliminacji.

Przy zadanym np. α = const. przyjmujemy za β kolejne wartości, otrzymując coraz to inne układy równań (IV), a po wykonaniu eliminacji coraz to nowe wartości $D(\alpha, \beta)$ ze wzoru (V). Równanie (V) przedstawia krzywą, której pierwiastki dają kolejne wartości β_1, $\beta_2 \ldots$

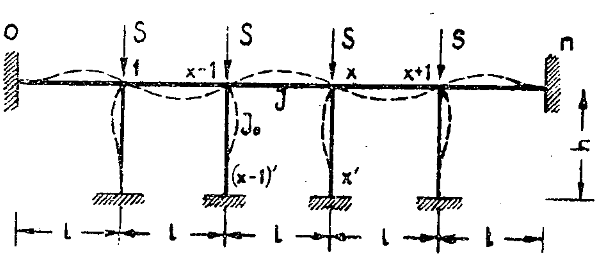
W wypadku regularnych układów ramowych znaczne uproszczenie otrzymamy, stosując równania różnicowe. I tak dla ramy ciągłej rys. 6. zrównoważenie węzła x daje:

$$M_{x,x-1} + M_{x,x+1} + M_{x,x'} = 0,$$

albo:

$$\varphi_{x-1}\, s(\beta) + \varphi_K [2c(\beta) + c(\alpha, \beta)\, k] + \\ + \varphi_{x+1}\, s(\beta) = 0 \qquad \text{(VI)}$$

gdzie $k = \dfrac{m_0}{m}$.



rys. 6.

Rozwiązaniem tego równania różnicowego będzie:

$$\varphi_x = A \cos ax + B \sin ax \qquad \text{(VII)}$$

Wstawiając φ_x do warunków brzegowych zadania: $x = 0$, $\varphi_0 = 0$, $x = n$, $\varphi_n = 0$, uzyskamy:

$$A = 0, \quad \sin an = 0, \quad \varphi_x = B \sin j \frac{\pi x}{n}$$

$$a = j \frac{\pi}{n}, \qquad j = 0, 1, 2 \ldots\ldots n.$$

Wstawiając φ_x z równania (VII) do równania (VI), otrzymamy następujące równanie warunkowe problemu:

$$2\left[s(\beta) \cos j \frac{\pi}{n} + c(\beta)\right] = - kc(a, \beta) \qquad \text{(VIII)}$$

Z wartości $j = 0, 1, 2 \ldots\ldots n$ wstawiamy do równania (VIII) wielkość $j = n - 1$, gdyż $j = 0$, $j = n$ przeczy założeniom, a możliwą postać wygięcia, dającą najmniejsze pierwiastki równania (VIII), uzyskamy jedynie dla $j = n - 1$.

W tym wypadku:

$$2s(\beta) \cos \frac{\pi}{n} = kc(\alpha, \beta) + 2c(\beta).$$

Równanie to przy β = const. daje nieskończoną ilość pierwiastków α, przy α = const. nieskończoną ilość pierwiastków β. Najmniejszy z pierwiastków α określi najmniejsza wartość siły krytycznej przy drganiach wymuszonych częstotliwością ω, najmniejszy z pierwiastków β, częstotliwość drgań podstawowych przy działaniu siły podłużnej.

$$\text{Dla} \quad n = \infty, \quad \alpha = 0, \quad s(\beta) = \frac{k+2}{2}\, c(\beta)$$

$$\text{dla} \quad n = \infty, \quad \beta = 0, \quad kc(\alpha) + 2 = 0.$$

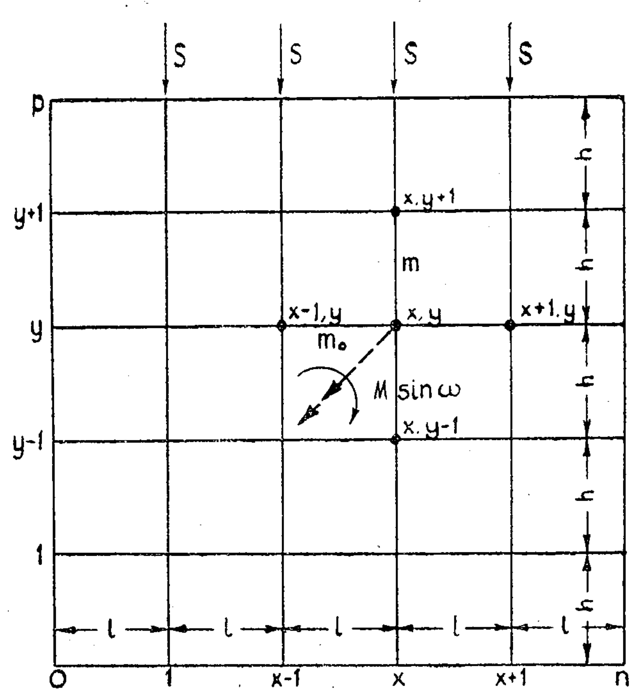
Rozważmy jeszcze regularną ramę piętrową (rys. 7) o jednakowych geometrycznych i sprężystych właściwościach słupów i rygli.

Niech układ ramowy podlega drganiom wymuszonym, spowodowanym momentem $M \sin \omega$, działającym w węźle x, y. Zrównoważenie węzła x, y, daje równanie warunkowe:

$$(M_{x,x+1} + M_{x,x-1} + M_{y,y+1} + M_{y,y-1}) \sin \omega = \\ = M \sin \omega \qquad (6)$$

Rygle ramy doznają drgań poprzecznych bez udziału sił podłużnych. Wstawiając do równania (6) wielkości momentów przywęzłowych według wzorów (3) i (3a), otrzymamy równanie:

$$s_0 \varphi_{x+1,y} + 2c_0 \varphi_{xy} + s_0 \varphi_{x-1,y} + \\ + k(s\varphi_{x,y+1} + 2c\varphi_{xy} + s\varphi_{x,y-1}) = \frac{M}{m_0} \qquad \text{(6a)}$$



rys. 7.

$$k = \frac{m}{m_0}, \quad s_0 = s_0(\beta_0), \quad c_0 = c_0(\beta_0),$$

$$c = c(\alpha, \beta), \quad s = s(\alpha, \beta)$$

$$\beta_0 = l\sqrt{\frac{\omega^2 \mu}{E J_0}}, \quad \beta = h\sqrt{\frac{\omega^2 \mu}{E J}},$$

$$\alpha = h\sqrt{\frac{S}{EJ}}$$

Dla pozostałych węzłów otrzymamy jednorodne równania typu (6a). Jeżeli przy drganiach wymuszonych, okres drgań wymuszonych pokrywa się z okresem drgań własnych, lub też przy braku momentu, wymuszającego drgania wymuszone, zależy nam na określeniu okresu drgań własnych, — wyznacznik układu równań gatunkowych, wypisanych dla wszystkich węzłów wolnych, winien być równy zeru.

Wyliczenie wyznacznika układu równań jednorodnych ominiemy, traktując układ równań:

$$\begin{aligned} & s_0 \varphi_{x+1,y} + 2 c_0 \varphi_{xy} + s_0 \varphi_{x-1,y} + \\ & + k(\varphi_{y+1,x}\, s + 2 c \varphi_{xy} + s \varphi_{x,y-1}) = 0 \\ & x = 0, 1, 2 \ldots\ldots n, \qquad y = 0, 1, 2 \ldots\ldots p. \end{aligned} \tag{7}$$

jako cząstkowe równanie różnicowe drugiego rzędu.

Przedstawiając φ_{xy} jako iloczyn dwóch funkcji X_x i Y_y, z których pierwsza zależna jest od x, druga od y ($\varphi_{xy} = X_x Y_y$), sprowadzamy równanie różnicowe cząstkowe do układu dwóch równań różnicowych zwyczajnych:

$$\begin{aligned} & X_{x+1} + \left(2\frac{c_0}{s_0} - \frac{\lambda}{s_0}\right) X_x + X_{x-1} = 0; \\ & Y_{y+1} + \left(2\frac{c}{s} + \frac{\lambda}{sk}\right) Y_y + Y_{y-1} = 0 \end{aligned} \tag{8}$$

gdzie λ jest wielkością stałą.

Rozwiązaniem równań (8) będzie:

$$\begin{aligned} & X_x = A \cos ax + B \sin ax; \\ & Y_y = C \cos bx + B \sin bx \end{aligned} \tag{9}$$

Wstawiając równania (9) do równań (8), otrzymamy:

$$\begin{aligned} & 2 \cos a + \left(2\frac{c_0}{s_0} - \frac{\lambda}{s_0}\right) = 0; \\ & 2 \cos b + \left(2\frac{c}{s} + \frac{\lambda}{sk}\right) = 0. \end{aligned} \tag{10}$$

Eliminując z ostatnich równań wielkość λ, dochodzimy do następującej zależności:

$$s_0 \cos a + ks \cos b = -(c_0 + kc) \tag{11}$$

Ograniczymy się do ramy utwierdzonej całkowicie wzdłuż konturów. Otrzymamy w tym wypadku proste warunki brzegowe:

$$x = 0 \quad X_0 = 0; \quad y = 0 \quad Y_0 = 0$$

$$x = n \quad X_n = 0; \quad y = p \quad Y_p = 0.$$

Wprowadzenie tych jednorodnych warunków brzegowych do równania (9) daje:

$$A = 0; \quad C = 0; \quad B \sin an = 0; \quad D \sin bp = 0$$

albo $a = \frac{i\pi}{n}$, $(i = 0, 1, 2 \ldots\ldots n)$

$b = \frac{j\pi}{p}$, $(j = 0, 1, 2 \ldots\ldots p)$.

Przy tak określonych wartościach a i b równanie (11) brzmi:

$$s_0 \cos\frac{i\pi}{n} + k\, s \cos\frac{j\pi}{p} = -(C_0 + kc) \tag{12}$$

Równanie (12) jest równaniem warunkowym problemu. Rozważmy jeszcze, które z wielkości i, j wchodzą w rachubę. Kąt obrotu φ_{xy} jest iloczynem funkcji X_x i Y_y.

$$\varphi_{xy} = X_x \cdot Y_y = B \cdot D \sin\frac{i\pi}{n} x \cdot \sin\frac{j\pi}{p} y.$$

Wielkości $i = 0$, $i = n$, $j = 0$, $j = p$ odpadają, gdyż sprowadzają φ_{xy} do zera dla każdego x i y, co przeczy założeniom.

Z pozostałych wartości i, j w rachubę wchodzą jedynie wartości $i = n - 1$, oraz $j = p - 1$, gdyż jedynie dla tych wartości węzły fali pokrywają się z węzłami układu ramowego. Otrzymujemy zatem przy $i = n - 1$; j $p - 1$ następujące równanie warunkowe:

$$s_0 \cos\frac{\pi}{n} + ks \cos\frac{\pi}{p} = c_0 + kc \tag{13}$$

Rozważmy wypadki szczególne.

a) $\beta = 0$. Problem wyboczenia ramy $s_0 = 1$, $c_0 = 2$

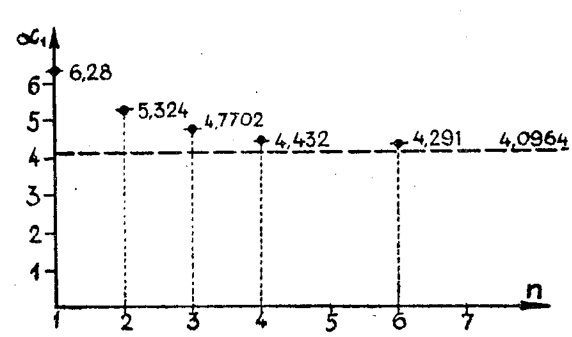
$$\cos\frac{\pi}{n} + ks(\alpha) \cos\frac{\pi}{p} = 2 + kc(\alpha) \tag{a}$$

Równanie (a) daje ∞ ilość pierwiastków α_i. Najmniejszy z nich określi

$$S_{k, min} = \alpha_1^2 \frac{EJ}{h^2}$$

Dla $n = p$, oraz $k = 1$ wyliczono α, dla wzrastającej ilości przęseł (rys. 8)

$$\cos\frac{\pi}{n}\left[1 + s(\alpha)\right] = 2 + c(\alpha) \ldots. \tag{b}$$

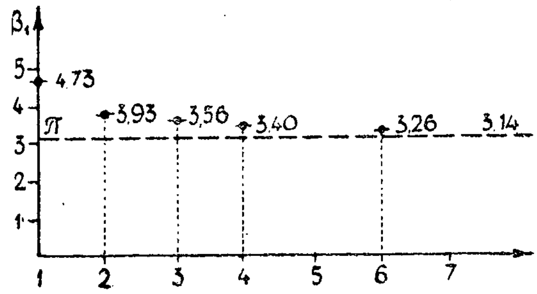


rys. 8.

b) W wypadku $\alpha = 0$, w wypadku drgań własnych bez udziału siły osiowej, przy $k = 1$, $\beta = \beta_0$ i $n = p$, otrzymamy z równania (13):

$$\cos\frac{\pi}{n} = \frac{c(\beta)}{s(\beta)} = \frac{\mathrm{Cos}\,\beta \sin\beta - \mathrm{Sin}\,\beta\cos\beta}{\mathrm{Sin}\,\beta - \sin\beta} \qquad (c)$$

Z równania (c) wyliczone najmniejsze pierwiastki β_1 przy wzrastającej liczbie przęseł naniesiono na rys. 9. Wartości β_1 maleją asymptotycznie do wartości π. Dla $n \to \infty$, $\omega_1 = \frac{\pi^2}{l^2}\sqrt{\frac{EJ}{\mu}}$ otrzymujemy częstotliwość drgań własnych taką, jak dla belki w dwóch punktach swobodnie podpartej. Wpływ utwierdzenia bardzo silnie maleje ze wzrostem ilości przęseł.



rys. 9.

Rozważmy jeszcze wypadek sił rozciągających S. Dla $k = \infty$ i $J_0 = 0$, otrzymamy belkę ciągłą 0,1 . . . . . p.

Równanie (13) uprości się w tym wypadku do prostej postaci:

$$\cos\frac{\pi}{p} = \frac{c(\bar{\alpha}, \beta)}{s(\bar{\alpha}, \beta)}, \qquad \bar{\alpha} = \sqrt{-\frac{Sl^2}{EJ}}, \qquad \bar{\alpha} = i\alpha$$

Dla nieskończonej ilości przęseł $p \to \infty$ otrzymamy:

$$c(\bar{\alpha}, \beta) = s(\bar{\alpha}, \beta) \quad \text{albo:}$$

$$\frac{\varepsilon}{\delta} \cdot \frac{\sin\vartheta}{1 + \cos\delta} \cdot \frac{\mathrm{Cos}\,\varepsilon + 1}{\mathrm{Sin}\,\varepsilon} = 1 \qquad (d)$$

Z przeliczeń wynika, że ze wzrostem S wzrasta częstotliwość ω.

Inż. WŁADYSŁAW KOLLIS — (Warszawa)

DOTYCHCZASOWE KONCEPCJE TECHNICZNE ZAGOSPODAROWANIA WISŁY.

Po usunięciu granic zaborczych w r. 1918 Wisła znalazła się prawie w całej swej długości, z wyjątkiem krótkiego odcinka wyjściowego, w posiadaniu polskim. Jej stan ówczesny odbijał na sobie w sposób bardzo wyraźny ślady byłych sztucznych kordonów. Od ujścia Przemszy do Niepołomic regulacja na wodę średnioroczną była ukończona, a głębokości osiągniete w jej wyniku dochodziły do 1 m., spadając przy stanach średnich z najniższych do 0,60 m na przejściach. Od Niepołomic do ujścia Sanu (ściśle do Zawichostu), jako na odcinku dawniej granicznym, brzeg lewy uregulowany w 50% brzeg prawy w 80%, przy tym osiągnięte rezultaty mało różniły się od odcinka górnego. Poczynając od Zawichostu do Silna (km. 721), z wyjątkiem krótkiego 12-kilometrowego odcinka w obrębie Warszawy, Wisła pozostała w stanie całkowicie dzikim. Od Silna do ujścia do morza uregulowano Wisłę na wodę średnio-roczną, nie uzyskano jednak wystarczających dla żeglugi głębokości, które tu podczas stanów średnich niskich na niektórych przejściach dochodziły zaledwie do 0,60—0,80 m.

Konieczność ujednostajnienia prac regulacyjnych na Wiśle po odzyskaniu Niepodległości doprowadziła do opracowania przez inż. Ingardena w r. 1925 ogólnego projektu regulacji Wisły od ujścia Przemszy do Otłoczyna. Projekt ten wychodził z założenia, że Wisła po uregulowaniu stanowić winna wielką drogę wodną, a jednocześnie uregulowana rzeka dawać winna jak największą gwarancje bezpieczeństwa gruntów położonych nad jej brzegami. Niewątpliwie jednak zadanie żeglugowe postawione zostało przez inż. Ingardena na pierwszym miejscu. Projekt powyższy był właściwie pierwszym i dotąd jedynym, opracowanym szczegółowo rozwiązaniem drogi wodnej Wisły na całej jej długości, przy pomocy regulacji. Projekt inż. Ingardena łącznie z innymi późniejszymi opracowaniami, które zawsze dotyczyły tylko pewnej części Wisły, stworzył właściwą koncepcję regulacyjną przekształcenia Wisły.

Jak rozwiązał autor projektu postawione sobie zadania? Inż. Ingarden przewidywał wykonanie regulacji na stan wody, trwający w letnim, 270-dniowym okresie żeglugi, co najmniej przez dni 215. Kolejność prac regulacyjnych inż. Ingarden rozkłada na 2 okresy. W okresie I-szym zaleca całkowitą obudowę łuków wklęsłych trasy tamami podłużnymi, od strony zaś przeciwnej poprzeczkami dochodzi do linii brzegowej dla stanu średnio-rocznego. W okresie II-gim przez wydłużenie poprzeczek do linii wody 215-dniowej i zbudowanie tam podłużnych na brzegach wypukłych, uzyskuje łożysko rzeki obustronnie ograniczone tamami podłużnymi. Pomiędzy tymi dwoma okresami miała by nastąpić dłuższa przerwa, podczas której zachodziłyby procesy stopniowego kształtowania łożyska. W wyniku projektowanej regulacji; inż. Ingarden spodziewał się uzyskać następujące głębokości tranzytowe:

Odcinek rzeki	Głębokość	
	przy stanie wody średn. z najniższ	przy stanie wody 215-dniowym
Przemsza—Dunajec	0,90 m	1,10 m
Dunajec—San	1,10 „	1,60 „
San—Kamienna	1,30 „	1,95 „
Kamienna—Wieprz	1,30 „	2,00 „
Wieprz—Pilica	1,35 „	2,05 „
Pilica—Bug	1,45 „	2,10 „
Poniżej u. Bugu	1,70 „	2,40 „

Koszt tego rodzaju regulacji (przekrój regulacyjny jednolity dla wszystkich wód normalnych) inż. Ingarden obliczył na ok. 320.000.— złotych za 1 km rzeki (według cen z r. 1925).

Projekt inż. Ingardena był w r. 1926 zbadany przez prof. Matakiewicza i prof. Rybczyńskiego. W opinii swej rzeczoznawcy, zgadzając się co do roli Wisły jako wielkiej drogi wodnej, przyszli jednak do wniosku, że zadanie to nie może być rozwiązane całkowicie w płaszczyźnie założeń inż. Ingardena. Przede wszystkiem więc górna Wisła powyżej ujścia Dunajca, przyjmując nawet słuszność przewidywań Ingardena, pozwoli na kursowanie statków o nośności zaledwie 150—200 t. a więc byłaby przeznaczona tylko dla małej żeglugi. Z tego względu rzeczoznawcy uznali za najwłaściwsze rozwiązanie, budowę kanału żeglownego z Zagłębia Węglowego do Wisły pod Krakowem, następnie wykonanie kanalizacji Wisły od Krakowa do ujścia Dunajca z najdalej idącym wyzyskaniem energii wodnej. Dopiero poniżej Dunajca, Wisła zdaniem rzeczoznawców mogłaby być pozostawiona jako rzeka wolna, a niezbędne głębokości dla żeglugi otrzymanoby przez dodatkową regulację na małą wodę. Odnośnie do samej koncepcji regulacyjnej rzeczoznawcy zatrzymali się na zasadzie przekroju dwudzielnego. Analizując przyjęty przez inż. Ingardena za podstawę regulacji stan 215-dniowy, rzeczoznawcy doszli do wniosku, że projektowany przez autora przekrój regulacyjny zdolny będzie odprowadzić przy całkowitym napełnieniu (do korony tam) przepływ dwukrotnie większy od średniego najniższego, a równy prawie 75% rocznego. Dlatego też przy przepływach równych średniemu najniższemu — szerokości normalne przekrojów — będą jeszcze za wielkie. Nie da się więc bez jakichkolwiek dodatkowych budowli, osiągnąć przy niskich stanach wody niezbędnych dla żeglugi głębokości. Chcąc osiągnąć wyniki zadawalniające dla żeglugi należałoby zatem wytworzyć oddzielne łożysko dla wód niskich w obrebie łożyska ujmującego wody t. zw. brzegowe.

Poza obliczeniem przekrojów regulacyjnych, orzeczenie powyższe podaje zalecenia co do sposobów wykonania regulacji, kierunków trasy, typów budowli i t. p. Rzeczoznawcy również podzielili prace regulacyjne na 2 okresy. W pierwszym okresie budowle koncentracyjne miałyby ograniczyć stosunkowo szerokie jeszcze łożysko, w okresie drugim nastąpi ustalenie łożyska wód niskich. Rzeczoznawcy stanowczo wypowiedzieli się przeciwko zabudowie obu brzegów tamami podłużnymi.

Kilka następnie opracowanych przez różnych autorów projektów technicznego przekształcenia Wisły wychodziły z zasadniczych założeń powyższego orzeczenia prof. Matakiewicza i prof. Rybczyńskiego i dotyczyły tylko pewnych odcinków Wisły. Jednolitego projektu w myśl zaleceń powyższej opinii nie opracowano.

Jednym z takich fragmentarycznych rozwiązań był szczegółowy projekt regulacji dolnej Wisły od Silna do Nogatu na małą wodę, opracowany w r. 1927 przez inż. Borna. Autor tego projektu przyjął za podstawę przekrój regulacyjny dwudzielny, zakładając, że w trasie dla wód brzegowych będzie serpentynować trasa o szerokości 170 m dla wód niskich. Wobec tego, że uregulowane łożysko dolnej Wisły posiada szerokość mniejszą od projektowanej dla wody brzegowej, inż. Born przewidywał w swym projekcie powiększenie szerokości, na niektórych zaś odcinkach większe zmianv nawet w sytuacyjnym układzie trasy rzeki. Koszta robót według cen z r. 1927, inż. Born obliczył na 466.000 zł za km regulacji.

Uzupełniająca regulacja Wisły pomorskiej, zdaniem inż. Borna, na długości ok. 190 km mogłaby być ukończona w ciągu 10 lat. W wyniku wspomnianych wyżej robót regulacyjnych autor projektu oczekiwał uzyskania takich głębokości na przejściach, przy których statki o zanurzeniu 2,50 m będą mogły swobodnie żeglować po Wiśle przez cały okres żeglugi.

Inny projekt, opracowany w r. 1932 przez inż. Tillingera, dotyczył regulacji Wisły na odcinku Warszawa—Modlin. Projekt obejmował regulację na t. zw. wodę brzegową i średnią z najniższych. Przewidywane głębokości na wspomnianym odcinku miały osiągnąć 1,62 m przy stanie wody średnim z najniższych.

W r. 1935 inż. Różankowski opracował projekt regulacji Wisły gdańskiej. Autor projektu przewidywał potrzebę regulacji uzupełniającej Wisły od ujścia Nogatu do ujścia do morza. Inż. Różankowski przyjął w swym projekcie, podobnie jak i inż. Born koncepcję przekroju regulacyjnego dwudzielnego. Minimalna głębokość na przejściach 2,00 m (realniej niż u inż. Borna) miała umożliwić żeglugę łodzi 1000-tonowych. Wisła według tego projektu została podzielona na 3 odcinki o spadach 0,22‰, 0,19‰ oraz odcinek morski o spadzie stopniowo zmniejszającym się i przechodzącym w poziom. Dla odcinków tych autor zaprojektował następujące szerokości trasy dla wód brzegowych: 520 m oraz stopniowo zmniejszająca się od 450 do 300 m na odcinku morskim. Dla wód średnich z najniższych odpowiednie szerokości miały wynosić 200 m, 170 m, oraz od 170 m stopniowo zwiększające się do 250 m przy ujściu. Projekt przewidywał więc znaczne poszerzenie istniejącego dotąd łożyska średnich wód.

Projekt powyższy był zbadany przez prof. Rybczyńskiego. Opinia rzeczoznawcy sprowadziła się do następujących głównych uwag. Prof. Rybczyński uważał podział Wisły od Nogatu w dół na

3 odcinki za nieuzasadniony i proponował rozpatrywać tylko 2 odmienne swym charakterem odcinki: 1) do Tczewa, 2) poniżej Tczewa (odcinek morski). Dzisiejszy odcinek morski od Gemmlitz nie wymaga dla celów żeglugi żadnych robót. Przebudowa zaś dolnego odcinka Wisły pomorskiej, zdaniem rzeczoznawcy, stałaby się aktualną dopiero po wejściu na Wisłę łodzi 400—1000 tonowych, co mogłoby znów nastąpić po uregulowaniu Wisły środkowej.

W r. 1937, w związku z powstającym w widłach Wisły i Sanu Centralnym Okręgiem Przemysłowym, Ministerstwo Komunikacji opracowało projekt drogi wodnej Zagłębie Węglowe — Sandomierz. Projekt ten był właściwie szczegółowiej opracowanym fragmentem ogólnego rozwiązania drogi wodnej Wisły w myśl wspomnianej wyżej opinii prof. Matakiewicza i prof. Rybczyńskiego. Jakkolwiek projekt ten nie obejmował robót regulacyjnych, to jednak, ze względu na przyjęte ogólne założenie, w myśl którego Wisła poniżej ujścia Dunajca miałaby być przekształcona na drogę wodną przy pomocy regulacji, p zwala zaliczyć ten projekt do grupy, która tworzy łącznie wspomnianą wyżej koncepcję regulacyjną.

Droga wodna Zagłębie—Sandomierz, w myśl projektu miała być wykonana dla łodzi 600-tonowych i miała wykorzystać częściowo już przed I-szą wojną światową rozpoczęty kanał Spytkowice—Kraków. Wychodząc z założenia, że wykonana już regulacja Przemszy i Wisły powyżej Krakowa nie zab(zpieczy stałej głębokości tranzytowej nawet 1,20 m projekt przewidywał wykonanie kanału bocznego aż do Krakowa z częściowym wykorzystaniem odcinków rzecznych (pod Smolicami i Krakowem), spiętrzonych jazami. Poniżej Dunajca Wisła miała być regulowana na małą wodę i zasilana zbiornikami.

W projekcie zbadane zostały dwa zasadnicze rozwiązania:

1) Kanalizacja Przemszy i Wisły do Dunajca jazami niskimi, z wyjątkiem odcinka Smolice—Kraków, gdzie miał być wykorzystany rozpoczęty kanał. Koszt wykonania — 114 milionów złotych.
2) Kanał żeglugi od Mysłowic do ujścia Dunajca z wyjątkiem odcinka Wisły skanalizowanego pod Krakowem. Przekroczenie Wisły w okolicy Smolic — akwaduktem lub w poziomie, uzyskanym przez spiętrzenie Wisły wys kim jazem, z cofką ok. 20 km (zakład wodno-elektryczny o mocy 3000 kw). Koszt wykonania w wypadku zastosowania akwaduktu — 115 milionów zł, przy zastosowaniu jazu pod Smolicami — 107 milionów zł.

Wymiary śluz w obu rozwiązaniach przyjęto następujące: długość 115 m, szerokość — 9,60 m, głębokość na progu — 2,50 m.

Rozwiązanie pierwsze zostało w projekcie odrzucone jako kosztowne i dla żeglugi niekorzystne. Częste przybory wody na Wiśle powodowałyby konieczność częstego otwierania jazów niskopiętrzących. Silny prąd wody w krętym korycie Wisły znacznie utrudniłby żeglugę, grożąc nawet uszkodzeniem lub rozbiciem taboru. Spowodowane tymi okolicznościami przerwy w żegludze wpływałyby na znaczne podrożenie kosztów transportu. Kanalizacja Przemszy również musiałaby natrafić na poważne trudności techniczne.

Przemsza, zwłaszcza w jej górnym biegu, wymagałaby poszerzenia koryta, które w stanie obecnym zostało już dostatecznie uszczelnione, po poszerzeniu wymagałoby dla uniknięcia dużych strat wody wykonania uszczelnienia. Wykonanie tego zadania w rzece byłoby niewątpliwie bardzo kosztowne.

Obok wyżej wspomnianych projektów regulacyjnych już od chwili odzyskania Niepodległości powstaje szereg pomysłów kanałowych, a przede wszystkim jeden z nich, w myśl którego główną arterią wodną dla zasilania w węgiel rynku wewnętrznego, przede wszystkim zaś wielkich ośrodków przemysłu oraz częściowo dla eksportu węgla za granicę, miał się stać t. zw. Kanał Węglowy. **Wiśle przeznaczono rolę przede wszystkim odprowadzalnika wód atmosferycznych i tylko ubocznie rolę drugorzędnej drogi wodnej.**

W r. 1919 Sejm Ustawodawczy uchwalił ustawę o budowie kanału z Zagłębia Węglowego do dolnej Wisły z odnogami do Warszawy i Poznania. W latach 1919—1923 wykonano studia terenowe i opracowano projekt ogólny. Projektowana trasa Kanału przechodziła przez Sosnowiec, dolinę Brynicy, Częstochowę, Radomsko, Łódź, Łęczycę, Koło, stąd do jeziora Pątnowskiego. dalej jeziorami, wreszcie przez jez. Gopło i Kanał Górno-Notecki dochodziła do ujścia Brdy. Dolny odcinek drogi wodnej do morza stanowić miała Wisła swobodnie płynąca. Kanał projektowany był dla łodzi 1000-tonowych; koszta według cen z r. 1927 wynosiłyby ok. 360 milionów zł. Odgałęzienia drogi wodnej do Poznania i Warszawy, projektowane były również jako kanały. W kierunku Poznania miał być wykonany kanał boczny Warty, w kierunku Warszawy projektowano wykorzystać starą szeroką dolinę z epoki lodowcowej, dolinę Prawisły, budując kanał do Bzury powyżej Łowicza, stąd kilkoma wariantami, z których jeden przewidywał kanalizację Bzury aż do Wisły, drugi — kanał od Sochaczewa, przez Puszczę Kampinowską do Młocin na Wiśle. Do tego samego typu projektów drogi wodnej należy odnieść projekt budowy kanału morskiego z Tczewa do morza (Neufahr) i urządzenia portu morskiego w Tczewie.

Sama koncepcja Kanału Węglowego ulegała zmianom, w miarę postępujących zmian stosunków gospodarczych w państwie. A więc gdy na pierwsze miejsce wysunęły się zadania eksportowe, proponowano w projektowanej trasie Kanału wykorzystać zamiast kierunku Częstochowa—Radomsko—Łódź rzekę Wartę przez jej skanalizowanie. Koszt tej trasy wyniósłby 240 milionów zł. Zwolennicy kanału Węglowego podnieśli, że wykorzystanie Wisły jako drogi wodnej będzie możliwe po bardzo długim okresie robót regulacyjnych, których wynik z góry trudno przewidzieć. Kanał może być zrealizowany szybko i zapewni żegludze stałe

głębokości. Słabą stroną kanału były niewątpliwie trudności techniczne dotyczące zasilania w wodę stanowiska szczytowego.

Koncepcja Kanału węglowego nie przyczyniła się oczywiście do rozwiązania sprawy Wisły. Uregulowanie Wisły przy pomocy robót regulacyjnych nie czyniło prawie żadnego postępu. Tymczasem żegluga domagała się polepszenia warunków żeglowności Wisły. Pod wpływem z jednej strony tych żądań, z drugiej wobec żółwiego tempa robót regulacyjnych, które posiadały charakter raczej zabezpieczenia brzegów niż właściwej regulacji, powstał prąd, reprezentowany przez inż. Wojtkiewicza, a zmierzający do ulepszenia żeglowności Wisły przez stałe, systematyczne pogłębianie mechaniczne rzeki. Inż. Wojtkiewicz wychodził z założenia, że obok większego i na dłuższą metę obliczonego programu regulacji, należy stworzyć program mniejszy, jednak dający szybkie skutki dla żeglugi. Tym mniejszym programem miało się stać systematyczne, mechaniczne pogłębianie, różniące się, zdaniem inż. Wojtkiewicza, od podobnych robót doraźnych przede wszystkim planowością i dążeniem do zagwarantowania żegludze określonych z góry głębokości tranzytowych.

W r. 1925 wykonane zostało na szeroką skalę zakrojone pogłębianie mechaniczne na odcinku Warszawa—Modlin, a częściowo i dalej do Włocławka. Inż. Wojtkiewicz, w swym referacie na I-szym Zjeździe Hydrotechników w Warszawie w r. 1929 p. t. „Bagrowanie a żegluga na Wiśle", podaje na podstawie uzyskanych doświadczeń, że wykopanie kopaczkami mechanicznymi ok. 270.000 m^3 piasku kosztem 342 tys. zł zabezpieczyło w ciągu połowy okresu żeglugi na odcinku Warszawa—Wrocławek (165 km) tranzytową głębokość ok. 1.00 m. Inż. Wojtkiewicz oblicza, że dla odcinka Modlin—Silno (171 km) kubatura potrzebnych robót pogłębiarskich dla zabezpieczenia tej samej głębokości tranzytowej wyniosłaby około 1 miliarda m^3 rocznie. Doświadczenie z okresów żeglugi lat 1925—28 pozwoliło inż. Wojtkiewiczowi ustalić koszty robót pogłębiarskich, wystarczających do podtrzymania regularnej żeglugi na ok. 5000 zł od kilometra.

Niewątpliwie niepodobna było uznać pogłębiania mechanicznego jako programu konstruktywnego, niemniej jednak doświadczenia inż. Wojtkiewicza potwierdziły, znaną zresztą dobrze na zachodzie i szeroko stosowaną zasadę, że kopaczka mechaniczna jest niezastąpionym i koniecznym pomocnikiem przy wykonaniu robót regulacyjnych, znacznie je ułatwiając i poważnie zmniejszając ich koszt. Niestety ten jedyny słuszny wniosek z prac inż. Wojtkiewicza nie został praktycznie wykorzystany.

W r. 1921 Liga Narodów przez swą komisję Doradczo-Techniczną do spraw Komunikacji i Transportu, rozpisała ankietę o ogólnym stanie żeglugi śródlądowej w Europie. W odpowiedzi na tę ankietę Rząd Polski wyraził życzenie uzyskania opinii ścisłego komitetu inżynierów specjalistów o sprawie budowy t. zw. Kanału Węglowego. W czerwcu 1926 r, z ramienia powyższej komisji przybyli do Polski, jako rzeczoznawcy: inż. Case (Amerykanin), inż. Nijhoff (Holender) oraz inż. Watier (Francuz), przy tym już po ich przybyciu Rząd Polski zwrócił się z prośbą o wyrażenie ich opinii w sprawie dotyczącej polskich dróg wodnych w ogóle, w szczególności zaś środków technicznych, jakie należałoby zastosować przy regulacji Wisły. W ten sposób wspomniane wyżej koncepcje zostały zbadane przez rzeczoznawców zagranicznych. Opinia tych specjalistów zawiera obszerne, ogłoszone drukiem sprawozdanie („Sprawozdanie Komitetu Ekspertów, przedłożone Rządowi Polskiemu przez Ligę Narodów o programie budowy dróg wodnych w Polsce", Warszawa 1928 r. Nakładem Min. Rob. Publ.).

W rozważaniach ogólnych, dotyczących różnego rodzaju typów dróg wodnych, rzeczoznawcy wypowiedzieli następujące poglądy:

1) O ile spady rzeki, a więc i szybkość nie osiągają nadmiernych wartości, praktycznie biorąc o ile spadek nie przekracza 0,5‰, a także jeśli przepływy pozwalają na uzyskanie głębokości, zdaniem rzeczoznawców, co najmniej 1,50 m przy stanach niskich, wówczas rzeka o wolnym przepływie stanowi lepszą drogę wodną, niż rzeka skanalizowana. Wyższość rzeki skanalizowanej występuje dopiero wówczas, jeśli nie daje się uzyskać niezbędnych dla żeglugi głębokości, lub jeśli szybkości są nadmierne.

2) Rzeka skanalizowania przewyższa kanał, ma ona szerszy przekrój i z tego powodu pociągi holownicze osiągają większą szybkość przy mniejszej sile pociągowej. Jej zasilanie w wodę jest w dostatecznej mierze zapewnione. W szczególnym wypadku drogi wodnej z Zagłębia Węglowego do morza, przy przeważającym ruchu towarowym z wodą, skanalizowana rzeka, o umiarkowanej szybkości wody, posiada specjalnie korzystne warunki dla tego ruchu.

Wychodząc z powyższych założeń ogólnych, rzeczoznawcy rozpatrzyli dwa, zdaniem ich, możliwe rozwiązania drogi wodnej Północ-Południe: 1) regulacja Wisły, 2) Kanał Węglowy. Wnioski swe rzeczoznawcy sformułowali następująco:

1) Porównywując powyższe rozwiązania, bardziej celowym jest wykorzystanie drogi wodnej przede wszystkim Wisły. Przemawia za tym między innymi konieczność uporządkowania Wisły dla celów rolnictwa, wreszcie także ten fakt, że Wisła na odcinku od ujścia kanału Bydgoskiego do ujścia Bugu stanowi część drogi wodnej Wschód—Zachód, a na odcinku od morza do ujścia Sanu — część drogi wodnej Bałtyk—Dniestr. Wynika stąd, że Wisła na znacznej swej długości (od u. kan. Bydgoskiego do Zawichostu) musiałaby w każdym razie być użeglowniona. Poza tym całkowite uregulowanie Wisły pozwoli utworzyć zupełnie jednolitą drogę wodną, z wyjątkiem odcinka górnego. Eksploatacja takiej drogi wodnej będzie znacznie prostsza od eksploatacji Kanału Węglowego, utworzonego z odcinków kanałowych, rzeki kanalizowanej, odcinków jeziornych, wreszcie Wisły swobodnie

płynącej. Eksploatacja Kanału Węglowego wymagałaby stosowania najróżnorodniejszych środków pociągowych.

2) Przechodząc do samej Wisły, należy stwierdzić, że powyżej ujścia Sanu, ze względu na małe przepływy — Wisła nie posiada warunków do wytworzenia dostatecznych głębokości dla żeglugi przy pomocy regulacji. Stworzenie drogi wodnej na tym odcinku da się wykonać tylko przez przeprowadzenie kanału bocznego do Krakowa, wykorzystując trasę rozpoczętego już przed wojną światową kanału, dalej zaś przez kanalizację Wisły aż do ujścia Sanu.

3) Wyniki osiągnięte przez regulację dolnej Wisły wskazują, że dla uzyskania korzystnych dla żeglugi skutków winna być, poza koncentracyjną regulacją łożyska, wykonana regulacja w obręcie tego łożyska, dla małych wód. Opierając się na przykładach Loary, Renu, Wezery, Łaby i Odry uzyskać można, zdaniem rzeczoznawców, w wyniku robót regulacyjnych na Wiśle, wykonanych sposobem powyższym, następujące głębokości przy stanach niskich: Na odcinku uj. Sanu — uj. Bugu..... co najmniej 1,5 m, a przypuszczalnie 1,70 m., poniżej ujścia Bugu..... co najmniej 1,80 m, a przypuszczalnie 2,00 m.
Niezależnie od powyższej opinii rzeczoznawców zagranicznych nasza prasa techniczna przez dłuższy czas stała pod znakiem polemiki na temat, które z rozwiązań drogi wodnej Północ—Południe należałoby realizować.

Obrońcy koncepcji kanałowej wysuwali, jako zalety koncepcji, szybkość wykonania, niższe koszta budowy i niższy koszt eksploatacji, ze względu na większą nośność drogi (1000 t.). Zwolennicy regulacji Wisły podnosili słuszny zresztą argument, że tak wielka rzeka nie może pozostać w stanie dzikim, niezależnie więc od budowy Kanału Węglowego musiałaby być uregulowana, zaznaczali przy tym, że w wyniku regulacji da się uzyskać potrzebne dla żeglugi głębokości. Dyskusja na tematy powyższe została wyczerpująco omówiona w pracy inż. Legun-Bilińskiego p. t. „Wielka droga wodna Katowice—Kraków—Warszawa—Gdańsk", Warszawa 1934 r. Porównanie koncepcji kanałowej i regulacyjnej widoczne jest na schematycznych zestawieniach 1 i 2.

Spór pomiędzy zwolennikami obu koncepcji stracił na swej realnej wartości z chwilą, gdy w międzyczasie zbudowana została kolej żelazna Zagłębie Gdynia. Na pobojowisku obszernej dyskusji technicznej pozostała Wisła..... nieuregulowana.

Ponieważ omówione wyżej projekty regulacji mimo wszystko nie mogły zapewnić na całej długości Wisły uzyskania głębokości, potrzebnych dla wielkiej żeglugi, z drugiej strony ponieważ tempo robót regulacyjnych nie dawało w ogóle nadziei na szybką poprawę sytuacji, wysunięto możliwość polepszenia warunków żeglugowych przez sztuczne zasilanie ze zbiorników. Jednym z takich rozwiązań był projekt inż. T. Tillingera budowy zbiornika na Bugu pod Włodawą. Projekt ten przewidywał utworzenie na jez. Świteź i grupie otaczających go jezior, zbiornika o pojemności ok. 570 milionów m^3 i powierzchni zalewu około 12.000 ha, z czego ok. 6800 ha przypadałoby na istniejące jeziora. Napełnienie zbiornika odbywałoby się przez kanał zasilający, przy tym ujęcie wody zaprojektował autor przy pomocy jazu piętrzącego na Bugu około Dorohuska. Zbiornik Włodawski, według projektu inż. Tillingera, pozwala na utrzymanie przepływu dolnej Wisły na objętości minimum 500 m^3/s, podczas gdy obecne minimum wynosi tam ok. 230 m^3/s. Takie powiększenie przepływów będzie mogło podnieść głębokość tranzytową dolnej Wisły o 20—30 cm.

Wielka powódź na Wiśle w r. 1934 poruszyła tak silnie opinię publiczną kraju, że sprawom Wisły, a specjalnie zagadnieniom ochrony przed powodzią musiano poświęcić dużo uwagi. Szereg oddawna, jeszcze przed wojną światową opracowanych ogólnych projektów zbiorników karpackich zyskał na aktualności. Zaraz po powodzi już w lipcu 1934 r. specjalna komisja techniczna Ministerstwa Komunikacji opracowała obszerny program budowy zbiorników na główniejszych górskich dopływach Wisły. Zadaniem tych zbiorników miało być obniżenie szczytu fali powodziowej Wisły oraz zasilanie rzeki wodą w okresie niskich stanów, celem polepszenia warunków żeglugi.

Program powyższy przewidywał budowę zbiorników o łącznej pojemności ok. 152 milionów m^3 w dorzeczu Wisły po Kraków i 523 milionów m^3 w dorzeczu po Sandomierz. Według przybliżonych obliczeń w korzystnych warunkach gospodarki zbiornikowej można było podnieść niskie stany wody w Krakowie o ok. 40 cm, w Sandomierzu zaś o ok. 30 cm. W każdym razie, licząc się z możliwością otrzymania z powyższych zbiorników ok. 100 m^3/s, łącznie z wpływem zbiornika Włodawskiego minimalny przepływ dolnej Wisły mógłby osiągnąć ok. 600^3/s. Zdaniem inż. Tillingera (patrz: „W sprawie dróg wodnych" — Warszawa 1936 — odbitka z czasopisma „Gospodarka Wodna") zmieni to kardynalnie zagadnienie regulacji Wisły na małą wodę. Zamiast tworzenia w łożysku średniej wody nowego łożyska, wystarczy, zdaniem inż. Tillingera, nadanie główkom tam regulacyjnych spadku 1:10, ewent. nieznacznego zwężenia przekroju W porównaniu z regulacją na małą wodę o samodzielnej nowej rynnie, takie załatwienie sprawy zmniejszy koszta nie mniej niż o 2/3.

Powyższe projekty, biorąc łącznie, stanowią może niezbyt śmiało przeprowadzoną, niemniej pewną koncepcję — koncepcję zbiornikową.

Jedynie ten program doczekał się wkroczenia na tory przynajmniej częściowej realizacji. Ukończono budowę zbiorników w Porąbce na Sole i w Rożnowie na Dunajcu, co niewątpliwie przyczyni się do obniżenia szczytu fali powodziowej, na żeglugę jednak nie będzie jeszcze posiadało większego wpływu.

W latach ostatnich na łamach prasy technicznej prowadzona była dyskusja na temat, czy nie należałoby raczej kanalizować Wisły, zamiast oczekiwać jej uregulowania w wyniku długotrwałych robót regulacyjnych. Postawienie zagadnienia w tej płasz-

czyźnie poprzedziło wysunięcie przez prof. Pomianowskiego projektu wyzyskania energii Wisły pod Warszawą w Bielanach na jazie, piętrzącym 4,80 m ponad średni niski stan wody. Projektowana moc zakładu wynosiła ok. 20.000 kW, a średnia produkcja roczna 121 milj. kWh. Cofka jazu wyniosłaby ok. 17 km. Projekt przewidywał wykonanie regulacji Wisły na wodę brzegową poniżej Bielan (patrz: prof. Pomianowski, inż. Herbich, inż. Żmigrodzki. „Zakład wodno-elektryczny na Wiśle pod Bielanami w Warszawie". „Gospodarka Wodna", 1938). Projekt ten był szeroko omawiany w prasie technicznej, poza tym zaś był przedmiotem obrad Rady Technicznej przy Min. Komunikacji w r. 1938. Główne zarzuty, które zostały wysunięte zarówno na Radzie Technicznej, jak i w artykułach polemicznych sprowadzały się do następujących:

1) Łożysko rzeki w obręcie piętrzenia może ulec szkodliwemu zapiaszczeniu,
2) Wysoki poziom piętrzenia w granicach Warszawy wywoła potrzebę budowy nowych urządzeń odwadniających na terenie Warszawy, nowych stacyj pomp dla wód burzowych oraz spowoduje trudność budowy kanałów z powodu podniesienia się stanów wody gruntowej oraz zwiększonego jej dopływu.

Autor projektu prof. Pomianowski, zbijając powyższe zarzuty, zaznaczył, że obawa zapiaszczenia w równej mierze mogłaby być zastosowana do wszystkich rzek kanalizowanych, prowadzących rumowisko, a jednak piętrzenia kanalizacyjne są z dobrym skutkiem wykonywane. Zresztą zapiaszczenie rzeki w obrębie cofki może być usuwane przez przepłukiwanie, przy otwieraniu częściowem lub całkowitem zamknięć jazowych.

Zarzut dotyczący trudności odwodnienia w obrębie Warszawy niewątpliwie był jednym z najpoważniejszych. Zresztą autor sam przyznał konieczność częściowego przepompowywania wód burzowych kanalizacji warszawskiej, zaznaczając jednak, że dla niektórych, przelewów burzowych, podnoszenie wód jest stosowane już obecnie, mogłaby ewentualnie wyniknąć tylko potrzeba przedłużenia okresu pompowania. (Patrz: prof. Pomianowski. „W sprawie jazu kanalizacyjnego na Wiśle pod Bielanami". Gospodarka Wodna, 1938).

Na tle powyższego projektu przyszło do znacznego rozszerzenia zagadnienia. Prof. Pomianowski wysunął mianowicie problem kanalizacji Wisły. Ścierały się dwa zasadnicze poglądy. Według jednego z nich, którego gorącym obrońcą między innymi był prof. Różański (patrz: „Warunki żeglowności i wyzyskania energii Wisły od u. Sanu do u. Bugu", „Gospodarka Wodna", 1939), użeglownienie Wisły mogłoby nastąpić z zupełnie wystarczającym skutkiem gospodarczym przy pomocy regulacji, przy jednoczesnym zasileniu rzeki wodą ze zbiorników. Poglądy swe prof. Różański opierał na następujących przesłankach:

1) Kanalizacja Wisły z punktu widzenia energetycznego jest przedsięwzięciem nierentownym;
2) Kanalizacja niskimi stopniami przedłuży znacznie drogę wodną, czyniąc jej eksploatację znacznie kosztowniejszą od drogi wodnej o wolnym spadzie;
3) Kanalizacja spowoduje podtopienie niskich terenów i wywoła w związku z tym potrzebę wykonania kosztownych odwodnień:
4) Kanalizacja Wisły, prowadzącej znaczne ilości rumowiska, może powodować szkodliwe dla żeglugi odkłady rumowiska, w obrębie cofki;
5) Kanalizacja spowoduje poważne utrudnienie, a nawet całkowite wstrzymanie wędrówki ryb, zwłaszcza najcenniejszej z nich: łososia i jego odmiany — troci.

Prof. Różański obliczył teoretycznie głębokości, które dadzą się uzyskać w wyniku regulacji Wisły, oraz nośność łodzi, które mogłyby kursować po Wiśle. Z obliczeń tych wynika, że na odcinku od Sanu do u. Bugu nośność kursujących statków wzrastałaby od 195 t do 299 t, poniżej Bugu wynosiłaby od 453—629 t. A więc tranzytowa nośność powyżej Warszawy osiągałaby zaledwie 200 t, poniżej zaś Warszawy zaledwie 450 t.

Prof. Różański nie podaje obliczeń, w jakim stopniu stan ten mogłyby poprawić zbiorniki. Zakłada on tylko, że gdyby głębokości, uzyskane w wyniku regulacji, dały się podnieść o 0,20 m nośność łodzi wzrosłaby o ok. 50%. Największy zatem skutek, według koncepcji prof. Różańskiego, wyrażałby się w możliwości kursowania powyżej Warszawy (a raczej u. Bugu) łodzi 300-tonowych, poniżej Warszawy — 675 tonowych.

Odmienny pogląd od powyższego reprezentował prof. Pomianowski (patrz: „Wisła jako droga wodna i źródło energii" — Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energentycznego, Warszawa, 1938 oraz „Problem kanalizacji Wisły" — Gospodarka Wodna, 1939).

Prof. Pomianowski wystąpił jako zwolennik kanalizacji Wisły, opierając się przy tym na przesłankach, które w streszczeniu dają się ująć w następujące tezy:

1) Przy porównaniu Dniestru, rzeki geologicznie starej, będącej w stanie osiągniętej równowagi, ze środkową Wisłą rzuca się w oczy fakt, że na odcinkach o jednakowych prawie spadach, a przy znacznie mniejszych przepływach wody Dniestru niż Wisły, rumowisko środkowej Wisły jest o wiele drobniejsze od rumowiska Dniestru. Jest to dowodem, że Wisła na swym środkowym odcinku posiada nadmiar spadu, czy też, co jest równorzędne, nadmiar energii.
2) Nadmiar energii Wisła zużywa głównie na erozję i przenoszenie rumowiska z miejsca na miejsce, co powoduje dziczenie łożyska rzeki i coraz bardziej pogarsza warunki żeglugi.
3) Regulacja środkowej Wisły, może być wykonana albo w szerokiej trasie, w której rzeka mogłaby serpentynować albo w trasie wąskiej, możliwie wyprostowanej, powodującej szybkie i znaczne pogłębienie się koryta. W wypadku pierwszym, zdaniem prof. Pomianowskiego, stan obecny nie uległby właściwie poprawie. W drugim wypadku w wyniku regulacji ujawni

się nadmiar spadku, który będzie można skupić w odpowiednich punktach na stopniach kanalizacyjnych. Jedynie celowym rozwiązaniem, zdaniem prof. Pomianowskiego, byłoby to ostatnie.

Wychodząc z założeń powyższych, prof. Pomianowski dochodzi do następujących wniosków:

1. Ponieważ obszary środkowej Polski pozbawione są źródeł energii poza energią wodną, wskazanym byłoby jak najdalej posunięte jej wyzyskanie. Może to być łatwo uskutecznione przy sposobności wykonywania inwestycyj na Wiśle, mających na celu polepszenie warunków żeglowności oraz bezpieczeństwa przyległych gruntów. Jedynym środkiem prowadzącym do tego celu jest kanalizacja rzeki.
2. Niezależnie od tego, że kanalizację winny poprzedzić roboty regulacyjne, wspomnianego wyżej typu, należy już obecnie ustalić położenie przyszłych stopni kanalizacyjnych. Wykonywanie robót regulacyjnych należałoby rozpoczynać na poszczególnych odcinkach Wisły, poczynając właśnie od ustalonych poprzednio miejsc położenia jazów, posuwając się z robotami w górę rzeki.
3. Pogłębienie łożyska Wisły w wyniku dokonania regulacji przygotowawczej nie nastąpi natychmiast, a nawet byłoby rzeczą niebezpieczną uruchamiać od razu duże ilości piasków bez przygotowania miejsc na ich odkład. Niemniej jednak przy ostrożnym postępie robót można będzie uzyskać potrzebne pogłębienie w stosunkowo krótkim okresie czasu.
4. Odcinek Wisły Sandomierz—Modlin winien być w przeważnej części przygotowany robotami regulacyjnymi do stopniowo rozbudowywanej kanalizacji. Wisła poniżej Modlina do Włocławka nadaje się zdaniem prof. Pomianowskiego do kanalizacji już obecnie bez uprzedniego wykonywania większych robót regulacyjnych. W każdym razie istnieją miejsca na Wiśle, w których jazy kanalizacyjne mogłyby już być budowane obecnie. Takimi punktami mogą być: okolica przełomu Wisły poniżej Sandomierza, Bielany pod Warszawą i Włocławek.
5. Jako typowy stopień kanalizacyjny, który mógłby być wzięty pod uwagę przy wszelkich wstępnych kalkulacjach, przyjąć można jaz i zakład wodno-elektryczny w Bielanach pod Warszawą.

Według przybliżonych obliczeń prof. Pomianowskiego na odcinku Sandomierz—Modlin da się zainstalować ok. 280.000 kW, a roczna produkcja wszystkich zakładów na tym odcinku osiągnęłaby 1600 milionów kWh. Na odcinku Modlin—Wrocławek na 3—4 stopniach można byłoby zainstalować jeszcze 160.000 kW, zaś energia wyprodukowana wyniosłaby ok. 1000 milionów kWh.

Zakłady wodno-elektryczne, pracujące na stopniach kanalizacyjnych posiadają tę ujemną stronę, że, jako zakłady przepływowe, dają niski współczynnik wyzyskania, sięgający przeciętnie w roku 0,30. Stan ten mógłby być poprawiony, zdaniem prof. Pomianowskiego, głównie przez budowę zakładów przepompowania. Niektóre z takich zakładów łatwo dałoby się na Wiśle umieścić przy odpowiednich zakładach na stopniach kanalizacyjnych.

W specyficznych warunkach Wisły prof. Pomianowski przewiduje także inną ujemną stronę zakładów na jazach. Wskutek większych przyborów wody jazy kanalizacyjne będą dla przepuszczenia wielkich wód częściowo lub całkowicie otwierane, przez co spad użyteczny w pewnych momentach może zmaleć do zera. Powodowałoby to oczywiście zmniejszenie produkcji energii w czasie wysokich stanów wody. Nie określając bliżej strat z tego tytułu, prof. Pomianowski zaznacza tylko, że byłyby one z łatwością pokryte przez zakłady wodno-elektryczne, pracujące na zbiornikach karpackich i pomorskich.

We wspomnianych wyżej publikacjach prof. Pomianowski nie precyzuje miejsc położenia stopni kanalizacyjnych poza wymienionymi już punktami, natomiast podkreśla korzyści rozwiązania zagadnienia Wisły przy pomocy kanalizacji. Sprawy żeglugi poruszone zostały bardzo ogólnie, zresztą sprawa projektowanych głębokości tranzytowych drogi wodnej wymagałyby zaprojektowania wszystkich stopni kanalizacyjnych, względnie szczegółowej analizy wpływu pewnych stopni na całość drogi wodnej.

W okresie okupacji niemieckiej w r. 1942 opracowany został przez niemieckie Biuro Studiów projekt technicznego zagospodarowania Wisły na odcinku od ujścia Bugu do Torunia (km 540—735). Opierając się na doświadczeniu uzyskanym na dolnym Renie, Łabie i Odrze przyjęta została w projekcie zasada przekroju dwudzielnego (dla wód wielkich i wody średniej rocznej), przy tym uznano, że wyniki regulacji zależne są nie tylko od właściwie obliczonego przekroju poprzecznego, lecz także od odpowiednio zaprojektowanego układu poziomego trasy regulacyjnej. W myśl projektu sztucznie uzyskane brzegi mają mieścić wodę średnią roczną. Przy celowo i właściwie zaprojektowanym kierunku łożyska rzeki, dostatecznie serpentynującym, projekt przewiduje równoczesne wykształcenie przekroju poprzecznego dla małej wody bez przeprowadzenia specjalnej dodatkowej regulacji na tę wodę. Zdaniem projektantów zastosowanie tej metody na Wiśle powyżej ujścia Bugu jest wątpliwe. Zrealizowanie założeń projektu możliwym będzie tylko w tym wypadku, gdy miejsca „przejść nurtu" dla wszystkich wód w obrębie projektowanego łożyska będą wspólne. Z tego też powodu główny nacisk położono na zagadnienie rozwinięcia i usytuowania trasy. Zagadnienie to w projekcie potraktowano z różnych punktów widzenia.

Ustalono przede wszystkim, że są pewne czynniki, które przy układaniu kierunków trasy zadane są z góry i nie mogą być dowolnie usunięte. Za takie punkty stałe uznano osiedla nadbrzeżne, miejscowości przemysłowe, istniejące mosty, boczne dopływy. Projekt określa zasady trasowania, według których dopływy mają być doprowadzane zawsze przy brzegu wklęsłym, przejścia nurtu zawsze po-

niżej osi mostu, porty i składowiska przy brzegu wklęsłym.

Omawiając gospodarczą stronę zagadnienia projekt analizuje zasady trasowania z punktu widzenia potrzeb rolniczych, rybołóstwa, żeglugi i sportów wodnych. Bardzo obszernie rozpatrzony został układ poziomy łożyska rzeki oraz kształt przekrojn poprzecznego z punktu widzenia hydrologicznego. Przepływ wody przy stanach wyższych od średniego rocznego odbywa się częściowo w zalewach. W tym wypadku przedpole przy wysokim brzegu staje się ochroną tego brzegu wskutek niewielkiej siły unoszenia w zalewie. Opierając się na wynikach doświadczeń laboratoryjnych ustalono, że najmniejsza szerokość przedpola obok stromego brzegu wysokiego ma wynosić 30 m. Również na podstawie wyników w laboratorium wodnym w Karlsruhe przyjęto, że celem uniknięcia nadmiernego pogłęgiania łożyska rzeki na pewnej szerokości poza szerokością trasy, nie należy dopuszczać do porostu wikliny. Układ poziomy trasy dla wody średniorocznej nie może być dokładnie równoległy do kierunku wału. Pod tym względem projekt szczegółowo omawia wzajemne przesunięcie w stosunku do siebie tych dwóch układów, znów zgodnie z przeprowadzonymi doświadczeniami laboratoryjnymi.

Dużo uwagi projekt poświęca sprawom zachowania piękna krajobrazu.

W zagadnieniach praktycznych ciekawe jest nastawienie projektu do spraw rybołóstwa. Poza ogólnym poglądem na warunki utrzymania rybostanu projekt specjalnie przewidział możliwość, a nawet konieczność pozostawienia pewnej części bocznych ramion jako przyszłych tarłowisk. Boczne ramiona musiałyby jednak być zamknięte od strony górnej wody trwałymi budowlami oddzielającymi je od trasy regulacyjnej.

Potrzeby żeglugowe szczegółowo zostały rozpatrzone przy zaprojektowaniu trasy w przejściach nurtu. Projektanci uważali, że jednakowa szerokość trasy regulacyjnej w łukach i przejściach spowoduje powstanie długich i wysokich progów, a więc wytworzyć może t. zw. złe przejścia. W tym celu przewiduje projekt zwężenia stucznych brzegów na przejściach nurtu do 10% całej szerokości trasy. Odnośnie promieni łuku przyjęto, że winny one być w zasadzie większe od 1200 m. Jako maksymalną granicę przyjęto 2400 m. Długość łuków nie jest ograniczona jakimiś założeniami.

Projekt został opracowany w założeniu uzyskania drogi wodnej dla statków 1000-tonowych. Da się to uzyskać przez zastosowanie trasy o szerokości 300 m. na całej długości 300 km. Wisły ze zwężeniem na przejściach do 270 m. Przy pomocy normalnych budowli regulacyjnych w ciągu 10 lat ma być dokonana obudowa koncentrująca łożysko w granicach średniej rocznej wody. W ciągu dalszych 10 lat wykonana by została regulacja uzupełniająca, mająca za zadanie poprawić złe przejścia, lub usunąć za małe lub za wielkie głębokości. Da się to wykonać przy pomocy poprzeczek, progów, głowic przed poprzeczkami na przejściach. Projekt przewiduje możliwość wykonania regulacji uzupełniającej już w pierwszym dziesięcioleciu.

Inż. M. MISCHKE
Zakład Górnictwo II, A- G.

SPŁUKIWANY OSADNIK PIASKU

Związkowy Instytut dla zaopatrzenia w Wodę, Oczyszczania Ścieków i Ochrony Wód (Eidgenossische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung & Gewässerschutz) w Zürichu, Szwajcaria, opracował w latach 1943 do 46 na podstawie popartych rozległymi doświadczeniami badań, typ osadnika piasku o stałej prędkości przepływu, niezależnej od ilości wody. (Spülsandfang). Typ opiera się na idei wprowadzanej w Stanach Zjednoczonych A. P., jest jednak opracowany bardziej wszechstronnie a zarazem bardziej szczegółowo.

Osadnik przepływowy posiada trzy zasadnicze zalety:

1. zapewnia minimalne wahanie prędkości przepływu przy zmianie ilości przepływu,
2. pozwala na odprowadzenie nagromadzonego materiału bez przerywania pracy osadnika,
3. w związku z tym pozwala na oszczędność kosztów budowy, ponieważ w wielu wypadkach można zadowolić się jedną tylko komorą o bardzo małych rozmiarach.

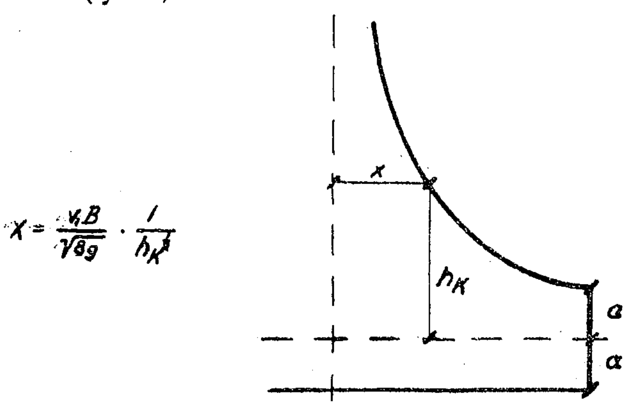
Osadnik składa się z a) rury doprowadzającej, b) partii przejściowej, c) komory przepływu, d) korpusu piętrzącego, e) odpływu, f) komory piaskowej.

Zasadą działania osadnika jest stałe utrzymanie w prostokątnej komorze przepływu takiej prędkości, ażeby ziarna piasku były toczone po dnie, bez unoszenia. Można je wtedy odprowadzić przez szczeliny w dnie komory przepływu „c" do umieszczonej pod nią komory piaskowej „f". Stałą prędkość zapewnia korpus piętrzący „d" umieszczony poniżej komory przepływu, w którym przekrój zmniejsza się stopniowo aż do przekroju spiętrzenia o charakterystycznym kształcie określonym dwoma gałęziami hiperboli (Imhoff — Taschenbuch der Stadtentwässerung — wyd. 10, 1943, str. 103).

Dla obliczenia osadnika należy ustalić rodzaj i wielkość ziarn mineralnych unoszonych przez wody kanałowe i odpowiadającą im prędkość toczenia. Prędkość ta waha się około $v = 0{,}45$ m/sek. Następnie wyznacza się ilość wód brudnych Q_s, maksymalną ilość przepływu (zwykle Q max. =

$= 3\,Q_s$) i przyjmuje się minimalny przepływ w kanalizacji Q min. Ponieważ w rzeczywistości wartość Q min. spada w czasie suszy i w niektórych godzinach dnia prawie do zera, należy zatym dla obliczenia hydraulicznego nadać Q min. pewną wartość. Zwykle przyjmuje się ją równą $\frac{1}{2}$ lub $\frac{1}{3}$ Q_s i żąda się, aby dla tej wartości Q min. w komorze wystąpił przepływ normalny. Należy przy tym pamiętać aby stosunek głębokości w komorze do szerokości, dla Q max. wynosił: $H\,max : B = 3 : 4$. Przekrój spiętrzenia dobiera się tak, aby zapewnić tam przy każdej ilości przepływu głębokość krytyczną. Zatym zwierciadło w odpływie „e" nie może wywierać wpływu na stan wody w przekroju piętrzącym. Obiera się więc duży spadek dna odpływu np. $I = 40\,‰$.

Kształt przekroju piętrzącego spełniać musi równanie (rys. 1):



Rys. 1. Przekrój piętrzący.

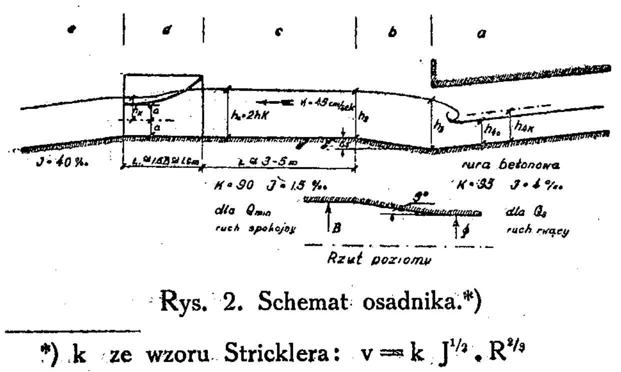
$$x = \frac{v_1 B}{\sqrt{8 g}\, h_k^{1/2}}$$

gdzie:

$v_1 \simeq 0{,}45$ m|sek.
B = szerokość komory.
h_k = głębokość krytyczna.

Ponieważ jednak dolna, asymptotyczna gałąź hyperboli musi być odcięta, należy zwiększyć głębokość przekroju o wielkość

$$a = \frac{v_1^2}{2g}$$



Rys. 2. Schemat osadnika.*)

*) k ze wzoru Stricklera: $v = k\,J^{1/2} \cdot R^{2/3}$

Przyjmując spadek dna komory np. $I = 1{,}5‰$ i długość korpusu piętrzącego $L_1 \simeq 1{,}5\,B \simeq 1{,}0$ m wyznacza się krzywą spiętrzenia z rzędnymi $h_0 = 2\,h_k$ i h_2 (rys. 2). Długość komory przepływu można zredukować nawet do 2,5 m.

Z powyższego wynika, że w komorze przepływu występuje płynięcie spokojne (Strömen). Doświadczenia wykazały, że dla zapewnienia ruchowi warunków optymalnych, w rurze dopływowej powinno występować płynięcie rwące (Schiessen), należy zatym partię przejściową „b" wykształcić w ten sposób, ażeby skok wystąpił właśnie na tej partii lub też powyżej. W tym celu dno na górnym końcu partii przejściowej obniża się do wartości $\triangle_s \simeq 5 \sim 10$ cm.

Długość partii przejściowej wynika z warunku, aby odchylenie ścian bocznych od kierunku równoległego do osi, wynosiło w rzucie poziomym 5^0.

Na podstawie założeń powyższych można wyliczyć związki następujące (rys. 2).

w przybliżeniu:

$$\triangle_s = h_3 - h_2 + \frac{v_3^2 - v_2^2}{2\,g}$$

rura o wolnym zwierciedle:

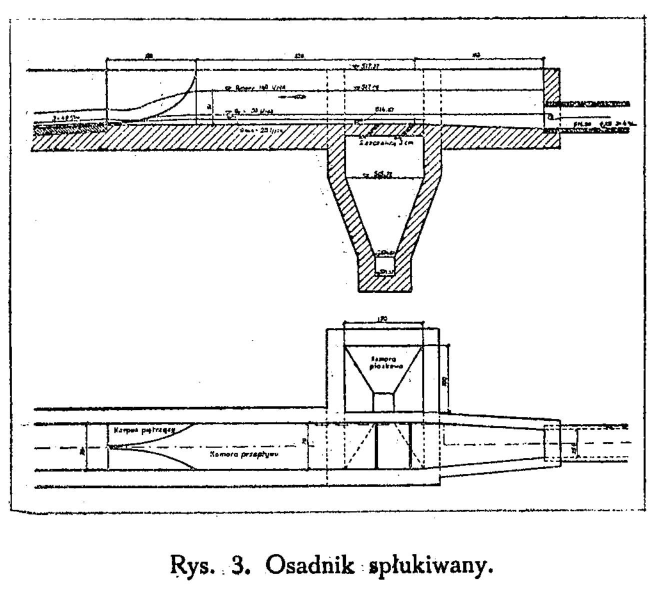
$$h_3 = h_2 + \triangle_s + \beta\frac{v_3^2 - v_2^2}{2\,g}$$

rura pod ciśnieniem:

$$h_3 = h_2 + \triangle_s - \frac{v_2\,(v_3 - v_2)}{g}$$

Stosunki hydrauliczne w górnej części osadnika, a więc w rurze doprowadzającej i partii przejściowej nastręczają przy rozwiązaniu największe trudności i nie są jeszcze doświadczalnie dostatecznie zbadane. Powstaje bowiem kwestia, co się dzieje, gdy warunki terenowe zmuszą do znacznego przesunięcia skoku w górę przewodu?

Na rysunku 3, przedstawiono szkic wykonanego osadnika. Niestety nieznane jest jeszcze zachowanie się jego w ruchu.



Rys. 3. Osadnik spłukiwany.

Inż. ROMAN CALIKOWSKI
Górnictwo II, A. G.

PRZYRZĄDY POMIAROWE

Jednym z zagadnień naszego życia, po wyzwoleniu się spod okupacji niemieckiej jest kwestia wykształcenia odpowiedniej ilości sił fachowych dla każdej dziedziny. Szkolić trzeba młodego narybku dużo i to szybko. Jako zjawisko wtórne, jest potrzebne wyposażenie pracowni i laboratoriów w odpowiednie ilości przyrządów i urządzeń. Wymagają tego programy szkolenia techników, przyrodników, chemików i fizyków, ale równocześnie trudno sobie wyobrazić nowoczesne wykształcenie kupca bez stacji towaroznawczej, lub wykształcenie rolnika bez laboratorium dla badania gleby, zboża, czy też gatunku mleka. Musimy przecież pamiętać o tym, że szkolimy młode pokolenie, które musi stanąć na poziomie europejskim i nasze życie do tego poziomu podciągnąć, lub nawet ten poziom prześcignąć.

Nasze życie gospodarcze, kompletnie zdewastowane, idąc zdrowym pędem ku odbudowie, wytworzyło cały szereg nowych placówek badawczych. Ilość ich jest wcale poważna i przedstawia się następująco:

1. Państwowy I. G.
2. „ I. Gospodarstwa Wiejskiego.
3. „ I. Telekomunikacyjny.
4. Instytut Fizyczny Muzeum Przemysłu i Rolnictwa.
5. Państwowy Instytut Weterynaryjny.
6. Instytut Przemysłu Fermentacyjnego.
7. „ Radowy.
8. „ Badawczy Odlewnictwa.
9. „ „ Hutnictwa.
10. „ „ Leśnictwa.
11. „ „ Budownictwa.
12. „ Przemysłu Chemicznego.
13. „ „ Skórzanego.
14. „ „ Węglowego.
15. „ „ Cukrowniczego.
16. „ Naftowy.
17. „ Włókienniczy.
18. „ Wysokonapięciowy.
19. „ Wełnoznawczy.
20. „ Organizacji i Kierownictwa.
21. Centralne Laboratorium Celulozowo-Papiernicze.
22. Centralne Laboratorium Paliw Płynnych.
23. Centralny Zakład Badawczy (przy C. Z. Przemysłu Zbrojeniowego).
24. Biuro Naukowo-Badawcze (drzewnictwo).

Nie są tu wymienione wszystkie instytucje badawcze, gdyż do tego trzeba dodać jeszcze laboratoria, mieszczące się przy prawie każdym zjednoczeniu branżowym, lub nawet przy każdym większym, a mądrze kierowanym zakładzie wytwórczym.

Dla porównania podaję dane o pracach badawczych przemysłu brytyjskiego i kwotach, które na ten cel wydaje rząd. (Britain Today No. 124 VIII 46):

„Przemysł brytyjski na podstawie doświadczeń z pierwszej i drugiej wojny europejskiej zatrudnia obecnie około 9.000 pracowników o akademickim wykształceniu przy pracach badawczych. Całkowity koszt tych badań wynosi około 20 milj. funtów szterlingów rocznie. Zamierzone jest powiększenie tego personelu o dalsze 25⁰/₀, jak również rozbudowa laboratoriów za preliminowaną kwotę 2 milj. funtów szterlingów".

„Liczba stowarzyszeń badawczych brytyjskich wzrosła z 21 w 1939 r. do 31 obecnie, wydając globalnie na cele badawcze milion funtów szterlingów rocznie; projektowane jednak jest rozszerzenie budżetów tych stowarzyszeń na 2 milj. funtów szterlingów".

„Pomoc państwa dla zakładów uniwersyteckich wzrosła z 2 milj. funtów w 1939 r. na 9 milj. obecnie, tak, że spodziewane wpływy tych zakładów z dotacji państwowych wynoszą ca. 13 milj. funtów szterl.".

Wszystkie polskie laboratoria, o ile istniały przed wojną, to ocaliły niewielki procent swego inwentarza, a przecież spośród inwentarza przyrządy naukowe i pomiarowe najłatwiej ulegają zniszczeniu i ze względu na swą wartość są najczęściej wykradane.

Z dwóch przytoczonych przykładów, tj. na szkolnictwie oraz na laboratoriach, widać jasno, jakie olbrzymie zapotrzebowanie w przyrządach pokryć należy. Rozważmy teraz, jak się przedstawia stan przyrządów u nas w kraju oraz jakie możliwości posiada nasz obecny przemysł krajowy.

Pochodzenie obecnych przyrządów, będących w użyciu podzielić można na

a) ocalałe sprzed wojny,
b) zakupione obecnie za granicą,
c) zakupione obecnie w kraju,
d) pochodzące z rewindykacji,
e) wykonane w kraju.

a) Przyrządów, które przetrwały zawieruchę wojenną mamy naprawdę niewiele, gdyż przyrząd jest niesłychanie czuły na transport i przenoszenie, tak częste w czasie wojny i to w okolicznościach zupełnie nieprzewidzianych, bez odpowiedniego opakowania. Nawet te nieliczne przyrządy, które obecnie są skompletowane nie przedstawiają dużej wartości, gdyż nawet przyjmując, że były zakupione w 1939 r. są one obecnie o 7 lat przestarzałe, w porównaniu z nowoczesnymi przyrządami, na jakich się pracuje za granicą.

b) O przyrządach zakupionych za granicą można powiedzieć, iż na skutek braku stosunków handlowych z zagranicą jest ich tak mało, że na podstawie nich trudno sobie nawet wyrobić jasny pogląd o zmianach i poziomie prac za granicą. Do nielicznych wyjątków należą przyrządy ofiarowane przez UNRRA, lub poszczególne państwa. Są to jednak przeważnie wyposażenia szpitali i ambula-

toriów, a wykonanie ich stoi przeważnie na średnim poziomie, gdyż były budowane dla celów wojskowych.

c) Przeważna ilość przyrządów, które są obecnie w użyciu pochodzi z okazyjnego kupna. Mówiąc inaczej, została przez kogoś „wyszabrowana“, następnie naprawiona i uzupełniona lepiej, lub gorzej i sprzedana do instytucji naukowej. W braku zorganizowania jednak tej dziedziny, oraz braku części wymiennych, duży procent przyrządów nie został naprawiony w ogóle, lub naprawiony źle, a dużo jeszcze znajduje się w nieodpowiednich rękach i nie może trafić tam, gdzie są nieodzowne.

d) Rewindykacja nie przyniosła dużych owoców o ile chodzi o ilość, jakość zaś przedstawia jeszcze więcej do życzenia, cóż bowiem wart jest mikroskop, lub lupa binokularna, bez okularów i obiektywów.

e) Pewna część prostszych instrumentów została wykonana we własnym zakresie przez poszczególne instytucje, w takim wypadku służy jednak dla małej grupy, a jest wyprodukowana z dużym nakładem energii i kosztów. Przez to z punktu widzenia ogólnego jest to nie rentowne. Wyprodukowane w nielicznych istniejących w kraju wytwórniach przyrządy te rzadko stoją na odpowiednim poziomie i jest ich zbyt mało.

Rozważmy teraz, jak przedstawiała się sprawa przyrządów w Polsce przed rokiem 1939. Prym w dostarczaniu przyrządów dzierżyli tu przede wszystkim Niemcy ze swoimi zakładami takimi jak: C. Zeiss, Leitz, Askania, Fuess, Winkel, Hereus, Hildebrand i Fennel. Na następnym miejscu znajdowała się Austria (Reichert, Goerz) dalej Czechosłowacja, Holandia, Francja, USA i i. U nas w kraju istniały ośrodki produkujące przyrządy w niewielkiej ilości, ale odpowiadające swoim zadaniom.

Wytwórnie przyrządów były rozmieszczone w 3 ośrodkach:

1. lwowskim,
2. warszawskim,
3. śląskim.

Najwięcej inicjatywy wykazywał ośrodek lwowski, gdzie w krótkim stosunkowo czasie rozwinął się cały szereg wytwórni przyrządów, z których 2 wybijały się ponad inne. Była to firma Bujak, nastawiona na budowę przyrządów pokładowych do samolotów i przyrządy optyczno-mechaniczne, jak np. przyrządy do powiększeń, reprodukcji i projekcji.

Drugą wytwórnią była firma Romer, nastawiona na budowę przyrządów elektrycznych. Na specjalną uwagę zasługuje tutaj przyrząd Multavi i Pontavi, które, wzorowane na wyrobach firmy Hartmann-Braun dzięki pewnym ulepszeniom przewyższały pierwowzory. Poza tymi dwoma firmami istniał cały szereg wytwórni pomocy naukowych, a także rozwinięty przemysł narzędziowo-sprawdzianowy. Ośrodek lwowski wraz z nowym układem granic odpadł od Polski.

Drugim ośrodkiem była Warszawa z dużymi firmami jak PZO, Gerlach i Kolberg, i całym szeregiem innych wytwórni aparatów elektrycznych, wytwórni szkła technicznego i pomocy szkolnych. Był to jedyny na skalę europejską zorganizowany ośrodek, dzięki dużym subwencjom, jakie otrzymywał ze skarbu państwa. Przez to jednak miał narzucony specyficzny rodzaj produkcji. Były to przeważnie zamówienia wojskowe, lub na wypadek wojny i przeznaczone na magazyny „Mob.“. Z tego też powodu z produkcją tych zakładów można się było zapoznać dopiero w czasie wojny, gdy wyroby rozeszły się szeroko po kraju i były ogólnie rozchwytywane, mając opinię solidniejszych od zagranicznych. Były to przeważnie wyroby optyczne, jak lornetki, dalomierze, mikroskopy, teodolity i niwelatory oraz przyrządy specjalne. Poważną pozycją w ośrodku warszawskim stanowiła Państwowa Wytw. Uzbrojenia (PWU), a przede wszystkim Fabryka Sprawdzianów i Narzędzi (FS). Ośrodek warszawski na skutek działań wojennych przestał jednak istnieć i ponowne zmontowanie go mimo subwencji ze strony władz napotka napewno na duże trudności i nie będzie ukończone przed upływem kilku lat.

Trzecim i ostatnim był ośrodek śląski, dokładniej mówiąc katowicki, reprezentowany głównie przez Zakłady Wyka w Katowicach. Sytuacja przemysłu wytwarzającego przyrządy u nas w Polsce przedstawia się następująco:

Straciliśmy ośrodek lwowski i zniszczony został ośrodek warszawski. Z innych miast okupant wywiózł obrabiarki i urządzenia fabryczne. Prawie zupełnemu zniszczeniu uległy również wytwórnie poznańskie. Wzbogaciliśmy się natomiast o fabrykę zegarków w Łodzi, wytwórnię aparatów optycznych w Zgorzelcu oraz zakłady optyczne, dawniej pracujące pod firmą „Askania“ w Jeleniej Górze. Wszystkie z tych zakładów w mniejszym, lub większym stopniu są zniszczone i borykają się z trudnościami organizacyjnymi. Największą wartość oraz możność produkcji w obecnej chwili mają zakłady optyczne w Jeleniej Górze.

A teraz zobaczymy, jak przedstawiała się wytwórczość przyrządów w Niemczech. Niemcy, będąc krajem w porównaniu z USA, Anglią, lub ZSRR ubogim w surowce, a chcąc swój handel zagraniczny oprzeć na korzystnych dla siebie warunkach zorganizowały u siebie przemysł oparty o mechanikę precyzyjną. Rozumiały one, że lepiej jest kupować surowiec, lub półfabrykat, a sprzedawać wyroby wysokowartościowe w stosunku do ilości zużytego materiału. Przewidującą gospodarką doprowadzili do tego, że w roku 1934 w przemyśle obrabiarkowym było zatrudnionych 650 tysięcy robotników, a w mechanice precyzyjnej 400 tysięcy ludzi. Doprowadzili też do tego, że w tymże samym roku za same przyrządy pokładowe do samolotów otrzymali prawie tyle samo dewiz, ile za eksportowane parowozy, maszyny parowe i turbiny wodne łącznie biorąc. Zestawienie wywozu niemieckiego w roku 1934 jest pokazane w tabeli Nr. 1

Tab. 1. Zestawienie eksportu niemieckiego za rok 1943 w przemyśle obrabiarkowym i precyzyjno-mechanicznym w mil. RM

parowozy	4,6
maszyny parowe	3,3
turbiny wodne	2,9

silniki wybuchowe	51,2
maszyny tekstylne	14,7
maszyny do prania	2,5
sikawki pożarnicze	1,2
obrabiarki	87,0
maszyny rolnicze	14,9
wirówki	1,0
wialnie zbożowe	1,1
maszyny browarnicze	3,6
maszyny cukrownicze	4,7
maszyny młynarskie	6,7
maszyny papierowe	7,1
chłodnie	3,0
dźwignice	7,1
maszyny introligatorskie	10,6
wentylatory	5,8
maszyny skórnicze	5,7
maszyny cementowe	4,3
drukarskie maszyny	14,5
inne maszyny	50,6
części wymienne	32,2
elektryczne maszyny i aparaty	19,6
wózki mechaniczne	4,4
wagony	11,1
pojazdy mechaniczne	28,6
tachometry	7,3
przyborniki kreślarskie	1,5
maszyny biurowe	10,7
kasy kontrolne	2,2
przyrządy chirurgiczne	6,5
wagi precyzyjne	1,6
gazo- i wodomierze	3,7
maszyny do szycia	27,5
maszyny tkackie	17,4
zegary	23,7
przyrządy hydrograficzne	1,0
zegary wieżowe	6,2
rowery	20,3
części mechaniczne samolotów	9,8
pistolety	3,7
przyrządy optyczne	3,6
okulary	1,2
lornetki	2,4
mikroskopy	9,7
aparaty fotograficzne	18,3
silniki do 25 kg	10,7
reflektory	1,2
żarówki	9,7
telefony	12,0
aparaty sygnalizacyjne	3,5
urządzenia telegraficzne	26,9
instrumenty lekarskie	12,1
liczniki	17,9
przyrządy kuchenne	7,2

Przez rozwój mechaniki precyzyjnej przewyższono marzenia alchemików średniowiecznych, którzy chcieli z ołowiu wykonać złoto, gdyż przez przerobienie 1 kg stali na sprężyny do zegarków ręcznych osiągnięto olbrzymią zwyżkę ceny. Sprężyny wykonane z 1 kg stali przedstawiają wartość 1 milj. złotych. Podobny stosunek można osiągnąć przez przeróbkę 1 kg miedzi na cieniutki drut nawojowy o średnicy 0,03 mm, który używa się na cewki w telefonach. Zwiększenie wartości w stosunku do miedzi jako surowca wynosi tutaj 37500%. Biorąc wypadek mniej jaskrawy na gotowej maszynie buchalteryjnej osiągamy wartość 100, — zł. za 1 kg maszyny, podczas gdy cena konstrukcji mostowych wynosi zaledwie kilkanaście złotych przedwojennych za 1 kg.

Dla zorientowania się w jaki sposób powstają przyrządy laboratoryjne zajrzymy do pracowni mechanika precyzyjnego, aby przekonać się co do tego potrzeba i wyciągnąć wnioski, w jaki sposób produkcję można usprawnić i ulepszyć.

W chwili obecnej jedna z małych firm krakowskich o długoletniej tradycji postawiła sobie za zadanie wyposażenie pracowni mineralogiczno-



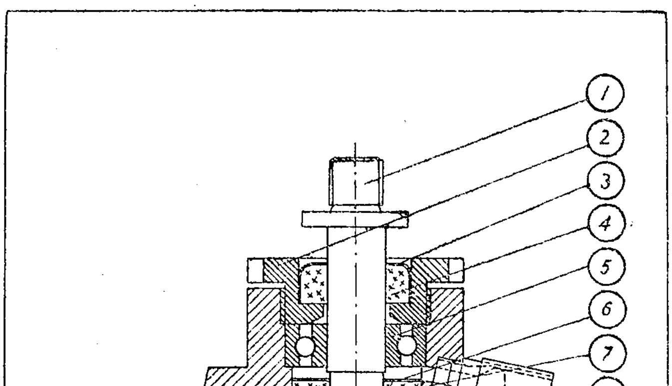
Rys. 1. Szlifierka uniwersalna.

petrograficznych. Jako pierwszy przyrząd rozpoczęto budowę szlifierki do minerałów, dla otrzymania szlifów w świetle odbitym oraz szlifów cieńkich dla światła przepuszczonego. Do opracowania pierwszego modelu poproszono wybitnego fachowca od kruszców, prof. Akademii Górniczej dr. Jaskólskiego, oraz znanego na terenie Krakowa, a prawdopodobnie najlepszego w Polsce szlifierza-preparatora p. Kruka z Zakładu Mineralogii U. J. I tak ze wspólnego wysiłku profesora, preparatora i mechanika wyszedł model uniwersalnej szlifierki przedstawiony na fotografii.

Model ten jest specjalnie przystosowany do naszych warunków. Na uwagę zasługuje specjalna konstrukcja wrzeciona, zamocowana na łożyskach kulkowych, zamkniętych hermetycznie dla osłony przed ściekającą wodą i pyłem ze szlifowania. Łożyska są smarowane pod ciśnieniem zapomocą 2 towotni (rys. 1). Również na uwagę zasługuje bogate wyposażenie w różne tarcze zakręcane na wrzecionie i pracujące poziomo, przez co maszyna ma szerokie zastosowanie.

Do wyposażenia należy tarcza żeliwna ze specjalnego, nieporowatego materiału do szlifowania na proszku karborundowym. Szlifierka posiada tarcze duraluminiowe, na które zakłada się sukno, lub płótno do polerowania z dodaniem różu, oraz tarcze duraluminiowe do zakładania papieru, lub płótna szmerglowego. Mogą być również stosowane tarcze specjalne z wkładką z matowego szkła, lub płytą

karborundową. Szlifierka ta może być również wykorzystana dla szlifowania szkieł optycznych, przy zastosowaniu specjalnych tarcz profilowych wklęsłych, lub wypukłych. Szlifierka jest napędzana motorkiem krótkozwartym trójfazowym



Rys. 2. Maszyna do cięcia minerałów.

o obrotach 1400/min. Przez dwustopniową regulację paskiem okrągłym szybkość tarczy szlifierskiej waha się od 600—800 obrotów na min.

Jako dalszy przyrząd firma buduje maszyny do cięcia minerałów (rys. 2). Zastosowano tutaj metodę zupełnie nową, mianowicie przecinanie tarczą miedzianą z podsypywaniem proszku szmerglowego i dopływem wody, przyczym tarcza miedziana posiada 1400 obrotów na minutę i jest napędzana silnikiem elektrycznym 22/380 V, o mocy 0,25 do 0,35 KW. Przecinanie przy tej dużej szybkości jest możliwe dzięki zastosowaniu stałego dopływu wody, która miesza się z podawanym proszkiem karborundowym. Wydajność jaką osiągnięto jest dość duża, gdyż na przecięcie twardego kwarcytu o wielkości kurzego jaja potrzeba nie więcej, jak 15 min. czasu przy prawie niewidocznym zużyciu tarczy miedzianej.

Wykonanie obu tych maszynek nieodzownych dla każdej pracowni petrograficzno-mineralogicznej trwało około pół roku. Był przytym potrzebny poważny wkład gotówki oraz przez cały przeciąg czasu zatrudniono 2 tokarzy i jednego konstruktora, co stanowiło około 70% personelu firmy.

Widać z tego, że dla wyprodukowania przyrządu potrzebny jest znaczny wysiłek oraz dość duża gotówka, która niejednokrotnie przekracza możliwości firm krajowych. Obserwacje te możnaby zreasumować i podać, że dla wykonania przyrządu potrzebne jest:

1. Szczegółowe podanie warunków jakim ma przyrząd odpowiadać.
   Musi to zrobić naukowiec, lub badacz, który na danym przyrządzie już pracował i posiada w pracy duże doświadczenie.
2. Rozsądne i staranne opracowanie przyrządu przez konstruktora, który następnie będzie doglądał wykonania tegoż, a który uwzględni warunki i braki rynku krajowego, oraz najnowsze zdobycze techniki i doświadczenia poczynione przez innych.
3. Wyspecjalizowani, fachowi i ambitni pracownicy techniczni dla wykonania przyrządu.
4. Poważny wkład kapitału.
5. Dużo dobrej woli ze strony czynników wymienionych w poz. 1, 2, 3.

Chciałem tutaj specjalnie podkreślić i zanalizować punkt ostatni. Uważam wbrew temu, co się obecnie twierdzi, lub temu coby się chciało widzieć w dziedzinach specjalnych, jaką jest mechanika precyzyjna, że trudno naogół o ludzi, którzyby pracowali z zamiłowaniem i mieli ambicję, aby przedmiot, czy przyrząd wykonać tak, jak tego specjalna dziedzina wymaga. Wynika to przede wszystkim z tego powodu, że brak nam w mechanice precyzyjnej tradycji i zrozumienia na wszystkich stopniach hierarchii społecznej. Nie wszystkim są może znane boje, jakie staczali mechanicy precyzyjni zatrudnieni przy zakładach naukowych wyższych uczelni polskich, aby byli traktowani i płaceni lepiej niż woźni. Byli oni przed wojną, a także i obecnie zatrudnieni na etacie woźnych, lub laborantów i otrzymywali takież uposażenia. A przecież mechanik precyzyjny, poza swoim wykształceniem zawodowym musi posiadać kolosalne doświadczenie dla dobrego wykonywania swojego zawodu. Również nie wszystkim jest pewnie wiadomym, że w Polsce nie mamy uznanej nazwy mechanik precyzyjny, są tylko ślusarze precyzyjni, przyczym do czynności zawodowych ślusarzy precyzyjnych należy naprawa maszyn do pisania, liczenia, maszyn do szycia. Któż się ma wobec tego zająć wykonaniem i naprawą instrumentów pomiarowych, mierniczych i laboratoryjnych. Świadczy to o sposobie myślenia i zrozumienia potrzeb. Władze obecne nie zmieniły dotychczas tego stanu rzeczy. Na tle tego rodzaju stosunków nie dziwi nikogo, że ludziom powołanym do wykonywania przyrządów, walczącym o uznanie dla siebie zaczyna brakować dobrej woli.

Daje się również odczuć poważny brak techników-inżynierów pracujących nad konstrukcją przyrządów. Nie mamy przede wszystkim odpowied-

nich szkół kształcących techników ze specjalnym uwzględnieniem mechaniki precyzyjnej i budowy przyrządów. Daleko nam do tego, aby szkolnictwo w tym kierunku było rozbudowane tak, jak w Niemczech, gdzie prócz szkół techn cznych istniały wydziały przy Politechnikach i osobne katedry (Berlin), gdzie kształcono inżynierów-mechaników, wyspecjalizowanych w mechanice precyzyjnej. Ludzie ci o szerokim światopoglądzie pracując na stanowiskach konstruktorów i kierowników ulepszali produkcję, podnosili poziom odpłacając się za otrzymane wykształcenie. Postawili oni technikę niemiecką na takim poziomie, że np. aparaty fotograficzne, pomiarowe (gazometry) i inne wyroby przemysłu niemieckiego nie miały sobie równych. U nas w kraju postęp poszedł od czasów z przed wojny o tyle naprzód, że stworzono specjalne licea zegarmistrzowskie, kształcące zegarmistrzów na poziomie czeladnika-rzemieślnika.

Reasumując wszystkie wywody trzeba stwierdzić, że w kraju potrzebna jest duża ilość przyrządów, a ponieważ jesteśmy krajem biednym i zniszczonym przez wojnę, potrzeba nam przyrządów dobrych i tanich. Do wyprodukowania przyrządów potrzebni są ludzie i znaczne kapitały. Można to osiągnąć tylko przez użycie inicjatywy prywatnej pod mądrym kierownictwem i z pomocą czynników państwowych. Trzeba zrzeszyć odpowiednich producentów i zachęcić ich do pracy przez wyposażenie w obrabiarki, sprzedawane na dogodnych warunkach przez rozłożenie należności na raty oraz przez udzielenie poważnych zamówień, zaliczkowanych zgóry. Konieczne jest również uwzględnienie w planowaniu odpowiednich szkół technicznych na wszystkich poziomach oraz stworzenie wzorowych warsztatów, lub fabryk pracujących nowoczesnymi metodami na nowoczesnych obrabiarkach. W każdym ośrodku uniwersyteckim powinna się znaleźć przynajmniej jedna szkoła, lub wydział specjalizujący się w konstrukcji przyrządów oraz przynajmniej jeden warsztat wzorowy dla praktycznego szkolenia.

Uregulowanie tej sprawy jest tak samo ważne, jak wyprodukowanie odpowiedniej ilości lokomotyw, czy traktorów.

Inż. WŁADYSŁAW MURZEWSKI

ZMIENNOŚĆ SKALI PLANÓW I MAP JAKO SKUTEK KURCZENIA SIĘ PAPIERU

Słabą stroną wszystkich planów, nakreślonych na papierze, jest zmienność, jakiej podlega w swych wymiarach substancja papieru. Zmienność ta wywołuje zmianę skali, w której plan został wyrysowany, co stanowi zjawisko wielce niepożądane, tym więcej, że zmiany te nie dadzą się ująć w ścisłe formuły matematyczne a tym samym wyeliminować z potrzebnych nam wielkości, uzyskanych graficznie przy pomocy podziałki z odnośnego planu.

Przyczyny, które wywołują ten niepożądany stan rzeczy, są rozmaite i leżą tak w samej substancji papieru, jak i w warunkach zewnętrznych, które wywierały i wywierają swój wpływ na tę substancję. Wynikiem tych zmian jest, iż wymiary arkusza papieru ulegają z reguły z biegiem czasu skurczeniu, przy czym kurczenie to nie odbywa się na całej powierzchni arkusza w sposób regularny. Arkusz na swych brzegach kurczy się więcej aniżeli w swym środku, nadto kurczenie to nie postępuje w sposób jednostajny od brzegów arkusza ku środkowi. Powodem tego jest niejednakowy układ sił prężności i oporu na całej powierzchni arkusza, niejednakowa higroskopijność na każdym jego miejscu i niejednakowy stopień działania czynników zewnętrznych na każde miejsce arkusza.

Prawa kurczenia się papieru nie zostały dokładnie zbadane, albowiem odnosić się mogą tylko do pewnego gatunku papieru, trwać muszą dłuższy czas i odbywać się powinny w jednakowych warunkach zewnętrznych, co razem wziąwszy jest trudne do przeprowadzenia. Gdyby nawet udało się to osiągnąć dla pewnego gatunku papieru, posiadałoby raczej znaczenie teoretyczne, gdyż wpływy zewnętrzne w normalnych warunkach są różnorodne, a zbadanie tych wpływów byłoby zbyt uciążliwe, a nawet nieraz niewykonalne. Większe np. nasycenie powietrza parą wodną działa na substancję papieru wskutek jego higroskopijności w kierunku zwiększania się jego powierzchni, zaś działanie temperatury może iść w różnych kierunkach, zależnie od stopnia nagrzewania lub oziębiania. Jak dużym jest działanie tych czynników, wiedzą ci, którzy nanoszą na papier przy pomocy koordynatografu punkty poligonowe. Jeśli praca trwa dłużej, a odbywa się przy oknie, przez które działają promienie słoneczne, naniesione na początku pracy punkty zmieniają swe położenie, o czym łatwo przez kontrolę koordynatografem można się przekonać. Jeszcze więcej jaskrawo przedstawia się ta sprawa przy pracy stolikiem mierniczym. O ile dokładne zorientowanie stolika na początku pracy według wszystkich naniesionych punktów jest łatwe, to po upływie pewnego czasu względne położenie punktów na papierze poczyną się zmieniać tak, że zorientowanie już według trzech sąsiednich punktów natrafia na znaczne trudności i wymaga pewnego wyrównania względnie dostosowania.

Skurcz papieru uwydatnił się w wysokim stopniu na mapach katastralnych województw południowych. Mapy te — jak wiadomo — sporządzone zostały na podstawie pomiarów stolikowych, przy czym każda sekcja pomiaru szczegółowego tworzyła prostokąt o długości 1896,5 m, a wysokości

1517,2 m, co w skali 1 : 2880 (skala map) przedstawia 65,75 cm i 52,60 cm. Porównując te wymiary z faktycznymi wielkościami na mapach otrzymujemy wpływ skurczenia się papieru od 1% do 6% zależnie od silniejszych lub słabszych wpływów, które podczas przeszło stuletniego czasu (od powstania tych map) na te mapy działały. Wpływ ten spotęgowany został tak wskutek zastosowanej metody stolikowej pomiarów, jak i niepotrzebnym kolorowaniem tych map.

Przed pomiarem zwilżano deskę stolika, jak również lewą stronę arkusza papieru, którą miał on być do deski przyklejony. Jako kleju używano piany z białka jaj, którą pokrywano lewą stronę arkusza, po czym po odpowiednim ułożeniu arkusza na desce wygładzano go od środka ku brzegom, usuwając pęcherzyki nagromadzonego między arkuszem a deską powietrza. Przy tej czynności arkusz niepomiernie zwiększał swą powierzchnię, co ze względu na jego stan wilgotny z łatwością przychodziło. Po usunięciu powietrza spod arkusza przylepiano jego brzegi do bocznych ścianek i spodu deski przy pomocy gumy arabskiej. Tak przylepiony arkusz zwilżano jeszcze wodą po prawej stronie, by przez rychłe schnięcie nie pękał. Po wykonaniu rysunku zdejmowano papier z deski. Wówczas następowało silne kurczenie się, gdyż papier wskutek naklejenia, o którym była mowa wyżej, wyprowadzony został ze swej naturalnej wielkości.

Gotowe już mapy kolorowano później farbami, przyjętymi na poszczególne rodzaje uprawy. Pod wpływem tej czynności papier znów ulegał zmianom, zwiększając swą powierzchnię w różnym stopniu na różnych miejscach arkusza, zależnie od ilości wody w rozczynie farby i od stopnia gęstości samego kolorowania. Do powyższych przyczyn dołączyło się wyrównanie styków pomiędzy sąsiednimi sekcjami, które okazało się konieczne, albowiem zdjęcia poszczególnych sekcyj oparte były na odrębnych punktach triangulacyjnych, których dokładność nie była jednolita, a nadto z powodu błędów nieuniknionych, jakie towarzyszą naszym pracom.

Chcąc na przyszłość uniknąć wymienionych następstw, wynikających ze skurczenia papieru, należy przy sporządzaniu planów wykreślać oprócz boków prostokąta sekcyjnego również siatkę kwadratów hektarowych przez zaznaczenie tylko ich wierzchołków. Umożliwi to na przyszłość wyznaczenie skurczu papieru tak długościowego, jak i powierzchownego w obrębie każdego hektara, co ze względów praktycznych możemy uważać za odpowiednio dokładne. Nadto papier użyty do sporządzenia planów, powinien być silny, o zwartej strukturze i odpowiednio przygotowany. W tym celu należy go na kilka dni przed użyciem rozłożyć pojedynczymi arkuszami w kreślarni. Do sporządzenia planów należy użyć papieru dobrej jakości najlepiej firmy Whatman lub Schöllershammer. Również kolorowanie planów, działające silnie i nierównomiernie na substancje papieru, nie powinno mieć miejsca.

W nowszych czasach zaczęto używać do sporządzania planów papierów naklejonych na aluminiowej płycie lub z płytą aluminiową w środku. Zastosowanie jednak takich papierów zwiększa znacznie wydatki z powodu wysokiej ich ceny, nadto plany sporządzone na takich papierach są ciężkie, a tym samym trudniejsze w użyciu i przy transporcie. Zaznaczyć nadto należy, iż wymiary ich są również zmienne, jakkolwiek nie w takim stopniu jak przy zwykłych papierach. Wskutek zmiany temperatury zmienia również swe wymiary płyta aluminiowa. Mając zaś wykreślone wierzchołki sieci kwadratów hektarowych na planach, sporządzonych na zwykłych dobrych papierach rysunkowych, możemy w każdej chwili obliczyć skurcz miejscowy w kwadracie hektarowym, co — jak wspomniałem wyżej — dla celów praktycznych zupełnie wystarcza. Gdyby plany miały być sporządzone w dużej skali np. 1 : 500, można by celem dokładniejszego wyznaczenia skurczu wykreślić wierzchołki kwadratów o powierzchni 25 arów, przez co sprowadzimy wyznaczenie skurczu do bardzo małej powierzchni.

Jedynie tylko przy pomiarach metodą stolikową użycie papieru naklejonego na płytach aluminiowych jest konieczne, albowiem w tym wypadku zwykły arkusz papieru podlega w czasie pracy terenowej wielkim zmianom, których uwzględnienie przy późniejszym wykorzystaniu planów powodowałyby znaczną stratę czasu na szczegółowe wyznaczenie skurczu dla uwzględnienia go przy obliczaniu powierzchni.

ANTONI WIERZBICKI — Inż. Leśn.

NIEKTÓRE WIADOMOŚCI O DREWNIE „WARSTWOWYM“

Założeniem niniejszego artykułu jest dać krótkie sprawozdanie o t. zw. drewnie „warstwowym“, tworzywie, którego produkcja powstała dosyć niedawno w niektórych krajach. Materiał ten łączy dodatnie cechy drewna i mas sztucznych i może mieć wielostronne zastosowanie w przemyśle krajowym; mógłby nawet służyć na eksport.

Jego produkcja pozwoliłaby nawiązać do wysokich wyników technicznych polskiego przedwojennego przemysłu sklejkowego (dyktowego), produkującego cenne sklejki dla celów lotnictwa. Obecnie, przy braku brzozy, surowiec bukowy mógłby służyć do wyrobu drewna „warstwowego“ do czego zdaje się bardziej nadawać niż do produkcji cienkich sklejek lotniczych. Należy życzyć sobie, aby ten temat wywołał głosy fachowców.

I.

UWAGI WSTĘPNE

Nie ma potrzeby wyliczać cech charakterystycznych drewna, jako tworzywa o szczególnej i wszechstronnej przydatności technicznej. Wielorakość sposobów obróbki tego surowca stale wzrasta, zarówno jak skala jego zastosowań jest coraz szersza. Wielocząsteczka celulozy (błonnika) kryje jeszcze wiele nowych możliwości przetwórczych, niezależnie od znacznych osiągnięć chemii drewna. Ta dziedzina wiedzy dopiero jest na progu dalszego rozwoju, podobnie jak chemia pełnej syntezy, z ciał nieorganicznych. Wystarczy wymienić włókna syntetyczne i masy plastyczne.

W zakresie konstrukcji inżynierskich i rękodzieł, drewno również nie traci atrakcyjności, wzrasta przy tym intensywność bądź precyzja obróbki mechanicznej i zwiększa się stopień jego uszlachetniania, drogą coraz więcej zróżniczkowanych zabiegów przetwórczych. Zalety drewna szczególnie wzrastają już przy zastosowaniu prostych nawet zabiegów, jak np. przesuszenie lub impregnacja. Tymbardziej — przy bardzo złożonych zabiegach, jak np. sklejanie cienkich warstw drewna (sklejki). Wówczas bowiem, przy zanikaniu wad tego organicznego surowca, ujawniają się albo wzmagają liczne jego zalety fizyczne. Dlatego jest szczególnie niewłaściwe użytkowanie drewna w stanie surowym; straty bowiem na wytrzymałości i trwałości przewyższają zazwyczaj koszty obróbki, czy dalszego uszlachetnienia drewna.

Postępy w obróbce drewna rozwijają się równolegle z coraz większym brakiem tego surowca w związku z szybkim wyczerpywaniem się jego zasobów. Do tego prowadzą nadmierne wyręby, wynikające kolejno ze zbyt wielkiej konsumcji, opartej na nieznajomości drewna, na znacznym jego marnotrawstwie.

Wzrastająca cena drewna powoduje logicznie, rozwój metod obróbczych. Wzrastają jednocześnie wymagania techniczne dla różnorodnych konstrukcji, ciągle jeszcze stosujących ten materiał, mimo współzawodnictwa metali, lekkich betonów, czy licznych mas plastycznych (zaliczamy tutaj: budownictwo lądowe i wodne, budowę statków, środków komunikacji lądowej, samolotów oraz — części maszyn).

Rozwija się coraz żywiej szereg sposobów lub metod dla polepszenia własności technicznych drewna. Można wyliczyć:

Sklejanie krzyżujących się arkuszy fornierów — sklejki (dykty klejone), drewno „warstwowe".

Rozwłóknianie drewna i tworzenie płyt, t. zw. pilśniowych (ze spilśnienia rozdzielonych elementów tkanki drzewnej).

Wytwarzanie płyt z wełny drzewnej i in.).

Nasycanie drewna (przy pomocy olejów, kwasów, parafiny, sztucznych żywic — drewno bakelityzowane, nawet metali i in.).

Barwienie, politurowanie drewna.

Pokrywanie drewna warstwą ochronną (przy pomocy olejów, farb, wosku, sztucznych żywic lub innych mas syntetycznych, folii metalowej i in.).

Prasowanie (zgniatanie) drewna w celu zagęszczenia i utwardzenia („lignoston").

Sposoby uszlachetniania drewna mogą zatym dotyczyć zarówno rusztowania samej tkanki drzewnej przez zmiany jej struktury (spilśnianie), zgniatanie, jak — i dokonywania połączeń pewnych elementów drewna w formy ulepszone (różne sklejki). Mogą też dotyczyć przesycenia tkanki dla jej impregnacji lub ograniczać się tylko do zewnętrznego powlekania warstwą ochronną itd.

Są sposoby stosowane oddawna, np. pokrywanie drewna farbą albo politurą. Rozwłóknianie tkanki drzewnej dla polepszenia struktury, czy zgęszczanie drewna przy pomocy zgniatania — należą do nowych i najnowszych metod (pochodzących głównie ze St. Zjedn. Am., Szwecji, Niemiec i Z. S. R. R.) Rozmaity bywa stopień powszechności stosowania poszczególnych zabiegów; niektóre zaledwie wychodzą poza zakres doświadczeń laboratoryjnych.

Uszlachetnianie drewna zwykle nie ogranicza się do jednego tylko typu czynności i wykracza zazwyczaj poza naszą ogólną klasyfikację. Np. sklejki pokrywamy dodatkowo warstwami ochronnymi przez woskowanie, powlekanie lakierem itp., albo już w czasie produkcji oklejamy np. dodatkowo folią metalową. Również płyty pilśniowe są powszechnie pokrywane (zwłaszcza w St. Zj. Am.) masami, uszlachetniającymi ich powierzchnię zarówno co do faktury jak — kolorów), stanowiącą zresztą znakomite do tego celu podłoże.

Zatrzymamy się nad t. zw. drewnem „warstwowym" (niem. „Schichtholz", „Vergütetes Holz", ang. — „High-density plywood", „Improved wood", „Tegowood", „Pregwood" i in.), które zaliczyć można do szczególnego rodzaju sklejek, jakkolwiek drewno „warstwowe" jest na pograniczu mas sztucznych, i często przy tych ostatnich bywa w literaturze wymieniane. W naszym piśmiennictwie, nie znaleźliśmy dotyczas wzmianek o tym materiale (interesująca praca inż. Zb. Krzywobłockiego — „Sklejka w szybownictwie" I. T. S. M. Lwów 1938, traktująca o sklejkach lotniczych, jest wyczerpana). Więc zwięzłe sprawozdanie, oparte na niektórych publikacjach: Egner'a, Kollmann'a, Kraemer'a, Opitz'a, Perry'ego, wreszcie — na polskich badaniach dr. Perkitnego, wydaje się uzasadnione.

Ten szczególnie uszlachetniony półfabrykat drzewny składa się z licznych warstw cienkich fornierów, biegnących przeważnie jednokierunkowo i złączonych na gorąco, pod ciśnieniem, klejami wodoodpornymi ze sztucznych żywic.

Wytwarzane bloki mają różne grubości, do 200 mm, długość do 5.000 mm a nawet — 10000 mm przy różnych szerokościach, np. 400, 600, 900 mm. Rodzaj drewna: buk, brzoza — w Niemczech, Brzoza, topola żółta — w St. Zj. Am. O rosyjskiej produkcji brak bliższych danych, mamy tylko wzmianki o brzozie, nawet o sośnie.

Są to — jak powiedziano — sklejki wielowarstwowe* o spotęgowanych niektórych własnościach

fizycznych, jak np. wodoodporność, twardość, wytrzymałość na rozerwanie.

Cechy charakterystyczne tego materiału wynikają z rodzaju zastosowanego surowca, układu warstw (jedno, dwu lub wielokierunkowy), sposobu sklejenia (rodzaj i postać kleju, ciśnienie, temperatura), wreszcie z wymiarów przekroju i długości wyprodukowanych arkuszy czy bloków, co wszystko warunkuje zastosowanie praktyczne drewna „warstwowego".

Jedna z odmian tego materiału t. zw. „lignofol" odznacza się szczególnymi własnościami wskutek zgęszczenia całego ustroju (warstwy przebiegają wielokierunkowo-gwiaździsto) pod szczególnie silnym ciśnieniem, zbliżając się własnościami do drewna utwardzonego, t. zw. „lignostonu".

W drewnie „warstwowym" można obserwować cały zespół zagadnień uszlachetniania nietylko surowca drzewnego, ale jego półfabrykatów-fornierów, stanowiących części składowe drewna „ulepszonego", przy udziale czynników: klej, temperatura, ciśnienie.

Stosowany przy wyrobie drewna „warstwowego" klej, charakteryzuje się przez rodzaj, postać w jakiej jest stosowany, jakość, użytą ilość, bądź sposób nałożenia na forniery. Wysokość użytej temperatury, wielkość ciśnienia i czas, stanowią również czynniki zmienne, wyznaczające warunki prasowania. Wchodzi też w grę stopień wysuszenia i klimatyzacji fornierów przed sklejeniem, zawartość w nich wilgoci, ich grubość, kierunek wzajemnego ułożenia. rodzaj i jakość zastosowanego surowca, wreszcie stopień przesycania fornierów substancją klejącą.

To wszystko są istotne czynniki produkcyjne, których natężenie ilościowe i jakościowe kształtuje cechy charakterystyczne, zatem wartość i przydatność produkowanego drewna „warstwowego".

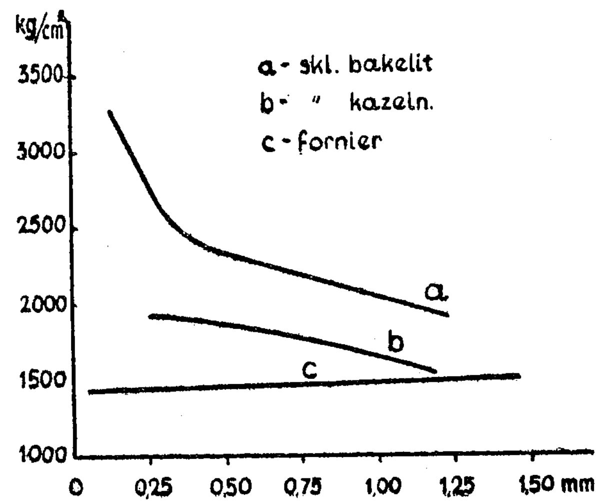
II.

PODSTAWY PRODUKCJI

Punktem wyjścia jest znana w badaniach sklejek zależność, że wytrzymałość tych ostatnich na rozerwanie (wg. Niemców), a jeszcze bardziej na zginanie i ściskanie (wg. in. danych), wzrasta równolegle ze stosowaniem coraz cieńszych warstw fornierów. Wzrost ten obserwujemy szczególnie w sklejkach łączonych bakelitem, gdy grubość ich składowych fornierów zmniejsza się poniżej 0,5 mm, jak na załączonym wykresie.

Założenie to mogło skłonić O. Kraemer'a do opracowania sposobów produkcji drewna „warstwowego", głównie z buczyny, niedługo przed ostatnią wojną światową. W Niemczech, tworzywo to zastosowano w sposób doświadczalny przy budowie samolotów i szybowców ok. 1933 r.; w tymże czasie, lub nieco później — w St. Zjedn. Am. Już w 1936—1938 r. stosowanie drewna „warstwowego" w lotnictwie niemieckim było dość rozległe.

Wiadomo, że niektóre własności zwykłego drewna, jak rozmaite wady tkanki drzewnej, niejednorodność struktury, hygroskopijność, stosunkowa w pewnych warunkach nietrwałość i in. ograniczają jego stosowanie w różnych konstrukcjach (np. budownictwo statków i samolotów).



Pokonanie tych wad drewna drogą jego przerobu zachodzi — do pewnego stopnia — w zwykłych sklejkach stolarskich. Sklejki te nie znajdują jednak zastosowania do konstrukcji specjalnych, zwłaszcza wymagających dużej wytrzymałości na rozerwanie lub znacznej wodoodporności. Należało pójść dalej w procesach uszlachetniania drewna, aby móc zastąpić niektóre inne materiały konstrukcyjne, do stali włącznie.

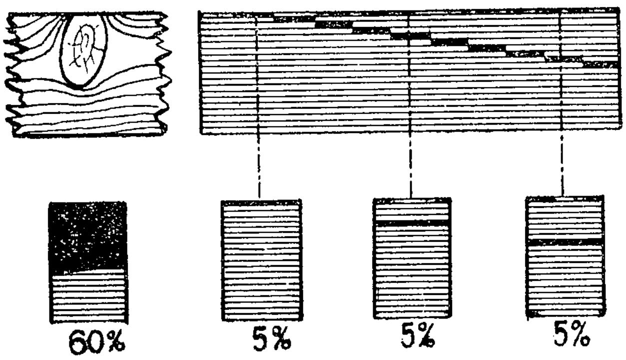
Okazało się to możliwe przy należytym wykorzystaniu wszystkich zalet drewna podczas eliminacji jego wad strukturalnych i organicznych do minimum. W zredukowaniu lub rozproszeniu często zagęszczonych i umiejscowionych w tkance wad drewna, zdaje się leżeć kwintesencja wyrobu drewna „warstwowego".

Jeżeli weźmiemy dowolny przekrój poprzeczny kawałka drewna surowego czy tartego, możemy natrafić np. na sęk (mały lub wielki, wrośnięty i zdrowy, bądź czarny i wypadający). Jakkolwiek dany element drewna może nie mieć więcej sęków, osłabiających wytrzymałość materiału w danym przekroju, ten jeden albo pewne ich zgrupowanie może decydować o wytrzymałości i przydatności całości, zwłaszcza do pewnych specjalnych celów konstrukcyjnych.

Dzielimy więc dany element drewna na cienkie, możliwie liczne warstwy wzdłuż jego osi podłużnej, poczym sklejamy te warstwy po dokonaniu ich przesunięcia w taki sposób, że występujące w poszczególnych warstwach wady drewna nie znajdują się już w jednym i tym samym przekroju poprzecznym, są natomiast równomiernie wzdłuż osi podłużnej rozproszone. (Vide rysunek).

Przytoczymy dalej przykładowo z ogólnie znanego Kollmann'a: Pewien element drewniany obarczony jest sękiem, wskutek czego dany przekrój poprzeczny tego elementu został osłabiony o 60%.

Krajemy element drewniany na 20 warstw podłużnych i przesuwamy warstwy wobec siebie w taki sposób, że wada drewna ulega rozproszeniu. Osiągamy wówczas zmniejszenie jej zakresu działania



na dany przekrój z 60% na 5%. Ten przykład teoretyczny pozwala zorjentować się w zasadach produkcji drewna warstwowego. Moglibyśmy, stosując dzielenie drewna na coraz cieńsze warstwy, osłabiające działanie omawianego sęka na dany przekrój dowolnie niemal zmniejszać.

Warstwy fornieru zostają złączone klejem ze sztucznej żywicy. Sprawa klejów ma znaczenie decydujące. W Niemczech, które jak się zdaje zainicjowały produkcję drewna „warstwowego", pojawił się na rynku — wobec nieprzydatności klejów albuminowych, kazeinowych i in. do klejenia wodoodpornego — klej bakelitowy. Firma Th. Goldschmidt w Essen wypuściła na sprzedaż błonę bakelitową około 1930 roku. W St. Zjedn. Am. rozpoczęto produkcję tejże błony w 1935 r. Bakelit stanowi — jak wiadomo — kondensację formaldehydu i fenolu, przebiegającą w określonej temperaturze (w gorącej prasie). Przesycona nim błona papierowa o grub. ca 0,10 mm jest dogodna w użyciu wskutek łatwości manipulacji arkuszami błony w przeciwieństwie do kleju płynnego: osiągamy czystość, szybkość i ekonomię pracy.

Wiązanie tego kleju następuje przy wilgotności fornierów najmniej 5%, a zasadniczo w granicach 6—11% (sama błona klejąca posiada ok. 7% wilgotności) i przy odpowiednim ciśnieniu w temperaturze płyt prasy klejącej ca 135—140° C. Wówczas bakelit przechodzi w postać zupełnie nierozpuszczalną, trwałą, odporną na wilgoć i wrzenie, działanie bakterii i pleśni. Te własności kleju pozwalają na wyginanie i formowanie gotowego drewna „warstwowego" przy działaniu pary podczas jego dalszego użytkowania.

Istnieją inne jeszcze kleje w postaci błony (filmu), np. celulozowy i acetylocelulozowy, które się nie przyjęły. Czyniono próby z błoną kauritową oraz z bakelitem w postaci proszku. Kleje płynne są trudniejsze w użyciu, zwłaszcza przy sklejaniu cienkich fornierów (poniżej 0,8—1,0 mm) wskutek trudności technicznych nakładania kleju. Dochodzi wówczas potrzeba dodatkowego przesuszania powleczonych klejem fornierów. Dlatego, klej bakelitowy używany bywa przy sklejaniu fornierów najcieńszych tylko albo przeważnie w postaci błony (filmu).

Jako wodoodporny klej płynny bywa stosowany t. zw. kaurit, stanowiący połączenie mocznika, CO (NH2)2 z formaldehydem. Kaurit jest wodo i pleśnio-odporny, był tańszy od bakelitu, niewymagający tak wysokich temperatur sklejania i tak znacznej precyzii pras; sklejać może także na zimno. Kaurit nie wprowadza tyle wilgoci do drewna co inne płynne kleje, jednocześnie nie wymaga jak klej bakelitowy, tak ściśle określonej wilgotności fornieru (dopuszczalne wahanie wilgotności w granicach 0—25%). Dalszych danych o stosowaniu kauritu — nie przytaczamy; głównie interesuje nas błona bakelitowa. Niewymieniamy również wszystkich innych klejów niewodoodpornych, do łączenia drewna „warstwowego" — nieprzydatnych.

Pod wpływem stosowanego podczas klejenia na gorąco w prasie hydraulicznej ciśnienia i temperatury, uzyskuje się nietylko sklejenie fornierów, ale — i pewne wniknięcie (impregnację) sztucznej żywicy do warstw drewna. Przy dostatecznie cienkich warstwach sklejanego fornieru, np. przy grubości 0,1 mm wnikanie żywicy w tkankę drzewną może osiągać głębokość ca 0.05 mm z każdej strony. Zatem, praktycznie, wszystkie warstwy fornieru zostają zaimpregnowane, co wpływa na wodoodporność materiału.

W drewnie „warstwowym", forniery mają grubość w granicach, wg. Niemców: 0,1—1,0 mm (często ca 0,3 mm), wg. Ameryk. ca 0,5—3,0 mm i są układane przeważnie równolegle do długości arkuszy. Osiąga się przy tym znaczną wytrzymałość na rozerwanie. Niekiedy, pewna ilość warstw fornierów jest układana również w kierunku prostopadłym (zazwyczaj co 5-ty lub 10-ty fornier) dla zwiększenia wytrzymałości poprzecznej na rozerwanie i ściskanie. W pewnej odmianie drewna „warstwowego" („lignofol"), forniery układane są naprzemian prostopadle albo wielokierunkowo w kształcie gwiazdy.

Istnieją zasadnicze analogie w produkcji drewna „warstwowego" i zwykłych sklejek. Używa się zazwyczaj surowca bukowego (Niemcy) lub brzozowego (St. Zj. Am.), który przechodzi zwykłe stadja obróbcze, jak przy fabrykacji sklejek. Zatem, odpowiednie sortowanie i manipulacja surowca na składowisku, parowanie kłód w celu zmiękczenia drewna, przecinanie na wyrzynki i skrawanie na rozwijarkach (łuszczarkach) taśmy fornierowej ze znaczną dokładnością, dla otrzymania jednakowej jej grubości. Niekiedy, parowanie odbywa się po przecięciu na wyrzynki. Cięcie fornieru może odbywać się również na fornierowych nożach płaskich.

Forniery, po wycięciu na arkusze odpowiedniej wielkości, z jednoczesnym wycięciem sęków i in. znaczniejszych wad drewna (zależnie od rodzaju produkowanego materiału i żądanej jego wytrzymałości) i po przesortowaniu, podlegają suszeniu w specjalnych suszarniach rolkowych. Potym, następuje klimatyzacja fornierów w specjalnych kanałach w celu ostatecznego ustalenia ściśle określonej ich wilgotności. Jak wspomniano, potrzebna dla fornierów wilgotność, celem ich sklejenia przy

pomocy niemieckiej lub amerykańskiej błony bakelitowej, leży między 6—11 %, a zmienia się zależnie od ilości i grubości sklejanych fornierów. Np. dla niewielkiej ilości cienkich fornierów, po trzebna jest mniejsza ich wilgotność niż przy sklejaniu większej ilości nieco grubszych fornierów.

Wilgotność w granicach 7—9 % może być uważana za najpewniejszą dla dobrego sklejenia. Zbyt mała wilgotność może wywołać za słabe sklejenie arkuszy, zbyt znaczna — wywołuje t. zw. „pęcherze". Te ostatnie, pochodzą od gwałtownego działania pary, wytworzonej w zbyt wilgotnym drewnie wskutek gorących płyt prasy podczas jej „otwierania". Forniery zewnętrzne w paczce mogą być nieco wilgotniejsze od fornierów w warstwach bliżej środka paczki; ma to znaczenie przy sklejaniu zwłaszcza grubszych paczek drewna „warstwowego" w wyższej temperaturze.

Obok rodzaju kleju, odpowiednia wilgotność fornieru ma duże znaczenie, i wahania w granicach około jednego % jego wilgotności mogą mieć wpływ na jakość sklejenia. Składanie fornierów w bloki drewna „warstwowego" odbywa się tak, aby styki poszczególnych warstw fornieru wzajemnie się mijały, celem nie osłabiania całego ustroju. Nakładanie kleju na fornier jest bardzo proste przy stosowaniu błony klejącej, trudniejsze zaś, gdy używa się (rzadziej stosowanych) klejów płynnych. W pierwszym wypadku, następuje tylko przekładanie fornierów arkuszami błony — po jednym między każdymi dwoma fornierami. Przekładanie więcej niż jedną błoną naogół nie polepsza mocy klejenia, chociaż niektóre badania amerykańskie wykazały pewne zwiększenie wytrzymałości materiału przy stosowaniu do klejenia błon podwójnych.

Kleje płynne, mniej polecane, zostają nakładane przy pomocy walców klejarskich nie „ryflowanych", jak do zwykłych klejów, ale ogumionych. Szczegóły techniczne znajdują się w opisach stosowania kleju typu kauritowego (o używaniu płynnego bakelitu jest mało wzmianek). Sklejanie odbywa się w prasach hydraulicznych, ogrzewanych parą. Konieczna jest znaczna dokładność płyt prasy dla dobrego sklejenia błoną. Grubość sklejanych paczek fornieru zależy od posiadania odpowiednich odstępów między płytami pras klejących w prasach wielopiętrowych.

Istnieją specjalne prasy do drewna warstwowego, np. jednopiętrowa, wielotłokowa prasa firmy Baker & van Hüllen, długości do 10 m. Stosowanie „zimnego sklejania" drewna „warstwowego" np. przy pomocy kauritu, nieprzyjęło się, aczkolwiek próby były wykonywane. Ważne jest, aby napełnianie gorącej prasy odbywało się możliwie szybko (mniej niż 1 minuta). Inaczej, kondensacja bakelitu może rozpocząć się jeszcze przed „zamknięciem prasy". W celu zabezpieczenia od nadmiernej utraty wilgoci i ochrony przed nierównomierną wilgotnością materiału, stosuje się podczas sklejania w prasach, zwłaszcza grubszych i dłuższych bloków drewna „warstwowego" w temperaturze do 140° C i wyższej, specjalne ramy uszczelniające. Ramy te zapobiegają do pewnego stopnia zbytniej utracie wilgoci na brzegach bloków drewna „warstwowego". Istnieje więcej podobnych sposobów, np. ochrona bocznych powierzchni materiału przy pomocy listew drewnianych. Sposoby te i całokształt techniki produkcyjnej drewna „warstwowego", stanowią strzeżoną zazwyczaj przez wytwórców tajemnicę produkcji.

Temperatura prasowania — jak zaznaczono — waha się zależnie głównie od grubości sklejanych paczek fornieru, od 135 do 140° C, niekiedy dochodzi do 150° C. Ciśnienie zależy od rodzaju drewna oraz żądanego zgęszczenia materiału i wynosi od 15 do 30 kg/cm² lub więcej. Czas prasowania zależy przeważnie od grubości paczek. Podają: czas zasadniczy wynoszący przy oznaczonych wyżej temperaturach — ca 5—6 minut, plus 1 minuta na każdy mm grubości od powierzchni powierzchni do środka paczki. Dla większych grubości prasowanych paczek, należy stosować dłuższy czas prasowania i wyższe temperatury.

Drewno „warstwowe" bezpośrednio po sklejeniu winno być traktowane z ostrożnością. Niekiedy może być potrzebne jego zwilżenie, a często — pewna klimatyzacja. Próby amerykańskie ochładzania materiału po sklejeniu (przez cyrkulację chłodnej wody w płytach prasy) przed wyjęciem z prasy, nie dały jakichś wyraźnie dodatnich wyników.

(C. d. n.)

KRONIKA TECHNICZNA

WZNOWIENIA DZIAŁALNOŚCI KOMITETU WALKI Z KOROZJĄ

Prezydium Naczelnej Organizacji Technicznej postanowiło reaktywować Komitet Walki z korozją, utworzony w 1939 r.

Działalność Komitetu przerwana wybuchem wojny, ma być obecnie wznowiona w oparciu o Hutniczy Instytut Badawczy oraz o inne placówki przemysłowe i naukowe.

Prezydium N. O. T. udzieliło Doradcy Technicznemu Zjednoczenia Przemysłu Farb i Lakierów, Prof. Inż. K. Pajewskiemu, oraz Dyrektorowi Hutniczego Instytutu Badawczego, Prof. Dr. M. Smiałowskiemu, mandatu do rozpoczęcia prac w kierunku wznowienia działalności Komitetu Walki z korozją. W związku z tym Koledzy, którzy wchodzili przed wojną w skład Komitetu Walki z korowizją, jakoteż ci, którzy z tytułu swego stanowiska lub zainteresowań pragną obecnie do niego należeć, proszeni są o zgłoszenie akcesu pod adresem: Hutniczy Instytut Badawczy Gliwice, ul. Miarki 12/14.

Projektuje się zorganizowanie Zjazdu Korozyjnego jeszcze w roku bieżącym, w Gliwicach. Termin zjazdu zostanie podany dodatkowo.

KRONIKA STOWARZYSZEŃ TECHNICZNYCH

SPRAWOZDANIE

z zebrania Komitetu Organizacyjnego N. O. T. w dn. 4 X. 1947 r.

Obecnych 56 osób. Przewodniczył Prezes, inż. B. Rumiński, do Prezydium zostali powołani inż. inż.: I. Brach i Al. Gajkowicz.

Porządek obrad:

1. Sprawy statutowe:

a) regulamin oddziałów N. O. T.,
b) poprawki do statutu N. O. T. i statutu ramowego dla stowarzyszeń,
c) regulamin obrad Walnego Zjazdu Delegatów.

2. Walny Zjazd Delegatów.
3. Sprawa Kongresu Techników.
4. Wolne wnioski.

Sprawy statutowe zreferował przewodniczący Komisji Statutowej, ob. inż. B. Witwiński. Po referacie obejmującym szczegóły regulaminu oddziałów N. O. T. zabierają głos ob. ob.: Piotrowski, Czaplicki, Tymowski, Kosiński, Żarnecki, Rzęcki, Ambroziak, Misztal, Rudolf. Odpowiedział inż. Witwiński. Uchwalono jednomyślnie przyjęcie regulaminu z redakcyjnymi poprawkami, wprowadzonymi w dyskusji.

Odnośnie poprawek statutowych i regulaminu obrad przyjęto wniosek przewodniczącego, upoważniający Prezydium do wniesienia na Walny Zjazd Delegatów, po wprowadzeniu uwag, nadesłanych do N. O. T. przez Zarządy Stowarzyszeń.

Sprawę Walnego Zjazdu Delegatów omówił Sekretarz Generalny. Intencją Prezydium jest, aby w Radzie Głównej były reprezentowane wszystkie grupy techniczne, a więc: grupa uczonych, inżynierów i techników. Prezydium N. O. T., mając w swoim składzie przedstawicieli wszystkich wielkich stowarzyszeń, jest w możności przedstawić na Walny Zjazd listę kandydatów do nowych władz. Przewiduje się, że 2/3 przyszłych władz będzie pochodzić ze składu Komitetu Organizacyjnego, 1/3 — członków nowych. Walny Zjazd wybierze 78 osób do władz. W Zjeździe winno wziąć udział około 150 osób — delegatów od stowarzyszeń i członków Komitetu Organizacyjnego.

Na podstawie zgłoszonych przez Prezydium wniosków, jednomyślnie uchwalono:

a) dokooptować do Komitetu Organizacyjnego Prezesów i Sekretarzy od wszystkich stowarzyszeń branżowych, a w wypadku, gdyby byli oni już członkami Komitetu Organizacyjnego, 2 innych członków Prezydium.
b) Pierwszy Walny Zjazd Delegatów N. O. T. odbyć w Warszawie w dniu 12 grudnia 1947 r., Prezydium N. O. T. upoważnić do ustalenia list kandydatów do nowych władz.

W punkcie dotyczącym Kongresu Techników ob. inż. Brach przedstawił propozycję Prezydium zwołania Kongresu jesienią 1949 r., t. j. w końcowym okresie 3-letniego planu odbudowy. Wniosek przyjęto jednomyślnie.

W wolnych wnioskach przyjęto następujące propozycje:

1) N. O. T. winna opracować wzór legitymacji członkowskiej, jednolitej dla wszystkich stowarzyszeń (wniosek ob. Ambroziaka).
2) Na Walny Zjazd Delegatów Prezydium N. O. T. przedstawi projekt znaczka N. O. T.
3) Prezydium N. O. T. już obecnie winno powołać 3-osobowy Komitet Organizacyjny przyszłego Kongresu Techników.
4) Projekt poprawek do statutu N. O. T. i statutu ramowego należy przed 15 października b. r. rozesłać do stowarzyszeń z tym, że poprawki do tych projektów stowarzyszenia winny nadesłać do N. O. T. w terminie do 20 listopada b. r.

Wnioski przyjęto jednomyślnie.

KOMUNIKAT

Sekretarjatu Generalnego N. O. T.

Narada Redaktorów Czasopism Technicznych odbędzie się dnia 12 listopada 1947, o godz. 15-tej w lokalu N. O. T., Lwowska 17.

Porządek obrad:

1) Aktualne zagadnienia prasy technicznej — ref. Prezesa N. O. T., ob. V-Min. inż. B. Rumińskiego.
2) Współpraca polskiej prasy technicznej z zagraniczną — ref. v-przew. Komisji Zagranicznej N. O. T., inż. L. Taniewskiego.
3) Dyskusja.
4) Wolne wnioski.

Inż. Fr. CIECIÓRA
Sekretarz Generalny

SPRAWOZDANIE

Inż. Inż. A. Gajkowicza i L. Taniewskiego z delegacji na zebranie Komitetu Wykonawczego oraz Rady Światowej Organizacji Technicznej w dn. 9—12 IX 1947 r. w Zurychu.

Z powodu trudności w uzyskaniu wiz — inż. Taniewski mógł przybyć do Zurychu dopiero w dniu 10. IX. 1947 r. rano.

W posiedzeniu Komitetu Wykonawczego brali udział wszyscy członkowie Komitetu, za wyjątkiem Chin.

Na zebraniu Rady było reprezentowanych 22 państw. Było to pierwsze zebranie Rady C. T. M.

Tak sesja Komitetu Wykonawczego jak i sesja Rady posiadały doniosłe znaczenie w rozwoju Światowej Konferencji Technicznej, gdyż na porządku dziennym poza sprawami bieżącymi znajdowały się sprawy nowego sformułowania statutu, sprawy ustalenia programu prac na następny rok, ustalenia terminu, miejsca i programu następnego Kongresu Technicznego, przyjęcie nowych członków, wybory Wydziału Wykonawczego na najbliższą kadencję oraz sprawy pomocy Politechnice Warszawskiej.

Polska delegacja brała wybitnie czynny udział w pracach Komitetu Wykonawczego i w obradach Rady i zdobyła na forum Conference Technique Mondiale pozycję mocną, umożliwiającą wywieranie wielkiego wpływu na przebieg prac C. T. M.

Wiele wysiłków musiała delegacja polską poświęcić na zmianę niekorzystnych sformułowań szeregu punktów statutu. W wyniku ożywionych dyskusji punkt widzenia delegacji polskiej zyskał uznanie, a dla nowego sformułowania odpowiednich postanowień statutu została wybrana Komisja, w składzie przedstawiciela Polski, Anglii, Francji i Czechosłowacji. Komisji przewodniczył delegat Polski.

W statucie — jako jedno z zadań C. T. M. — podano propagowanie stosowania nowych zdobyczy techniki i nowych źródeł energii dla celów produktywnych, celem zmniejszenia cierpienia ludzkości i podniesienia stopy życiowej szerokich mas. Zaznaczono w statucie, że C. T. M. jest organizacją czasową i ma za zadanie, m. in. stworzenie Światowej Federacji Technicznej. Ograniczono ilość przedstawicieli międzynarodowych organizacji technicznych w Radzie C. T. M. do dziesięciu, a w Komitecie Wykonawczym do trzech, i w ten sposób uniknięto próby pośredniej majoryzacji państw mniejszych przez państwa wielkie.

W programie prac na rok 1948 uwzględniono, na wniosek delegacji angielskiej, zagadnienia socjalne związane z postępem techniki, przy czym, na wniosek polskiej delegacji, Komisja, która ma pracować nad tymi zagadnieniami — będzie wybrana przez Komitet Wykonawczy, a nie przez Radę jak tego uporczywie domagała się delegacja angielska. Delegacja polska zneutralizowała wniosek delegacji angielskiej, postawiony na posiedzeniu Komitetu Wykonawczego, a żądający aby na przewodniczącego Komisji wybrać lorda Sempill'a, wielkiego fabrykanta samochodowego. Polska delegacja wysunęła jako kontrkandydata wybitnego inżyniera francuskiego. W ten sposób kandydatura angielska upadła a sprawa została odroczona do następnej sesji Komitetu Wykonawczego.

Ponieważ nie było innych propozycji — przyjęto zaproszenie Komitetu Narodowego Egipskiego, aby przyszły Kongres Techniczny odbył się w Kairze — wiosną 1949 r. Ustalono, że następujące zagadnienia będą stanowiły tematy referatów na Kongresie:

1) Źródła energii i surowce w świecie,
2) Postęp techniczny jako czynnik socjalny,
3) Temat specjalnie interesujący Egipt: gospodarka wodna, paliwa płynne, mieszkania robotnicze.

Delegacja polska zaoponowała przyjęciu już obecnie Austrii w poczet członków C. T. M., zaś Włoch do Komitetu Wykonawczego. Powzięto uchwałę, która uzależnia przyjęcie Austrii do C. T. M. od zgody N. O. T., zaś sprawę przyznania Włochom miejsca w Komitecie Wykonawczym odłożono do następnej sesji Komitetu. Polska, z innych względów, sprzeciwiła się przyznaniu miejsca w Komitecie Wykonawczym Iranowi. Na wniosek Polski zarezerwowano miejsce w Komitecie Wykonawcyym dla jednego z państw Naddunajskich (Jugosławia, Bułgaria, Rumunia, Węgry).

Sprawa ponownego wejścia Polski do Komitetu Wykonawczego nie przedstawiała już w r. b. żadnych trudności. Pozycja delegacji polskiej była tak mocna, a jej rola w pracach C. T. M. tak znaczna, że nie było do pomyślenia, aby Polska mogła nie wejść do Komitetu Wykonawczego. Kandydatura Polski, bez żadnych specjalnych zabiegów ze strony delegacji polskiej, została postawiona łącznie z innymi kandydaturami przez delegata angielskiego w imieniu prezydium C. T. M., przy czym kandydatura Polski została podana na jednym z czołowych miejsce (trzecie). Wniosek ten został przez Radę przyjęty jednomyślnie. Nie chcąc sama się ubiegać o stanowisko wiceprzewodniczącego Komitetu Wykonawczego — delegacja polska ułatwiła delegacji czechosłowackiej pozyskanie tego miejsca.

Tak na sesji Komitetu Wykonawczego jak i na sesji Rady, kilkakrotnie poruszano sprawę Politechniki Warszawskiej, odczytano list Rektora Politechniki, ponownie upoważniono inż. Howard'a przewodniczącego Komitetu Narodowego Angielskiego do pełnienia obowiązków przewodniczącego Komisji Pomocy dla Politechniki Warszawskiej. W tej sprawie delagacja polska kilkakrotnie zabierała głos.

Z innych spraw — należy wymienić uchylone przez polską delegację dążenie delegacji angielskiej do ujęcia w swoje ręce sprawy wydania biuletynu C. T. M. Na wniosek delegacji polskiej — uchwalono, że biuletyn będzie wydany, poczynając od 1. I. 1948 r. przez Generalny Sekretariat.

W końcu — należy podkreślić, że tak na posiedzeniu Komitetu Wykonawczego jak i na posiedzeniu Rady ujawniło się dążenie państw anglosaskich opanowania całkowitego C. T. M. i podporządkowania jej działalności swym wpływom. Dążenia te były przez niektóre delegacje (państwa Skandynawskie) popierane bez zastrzeżeń. Delegacja polska jako jedno ze swych zadań postawiła przeciwstawienie się tym tendencjom, jako szkodliwym. Przeciwakcja delegacji polskiej dała na ogół wyniki pozytywne.

(—) *inż. Taniewski* (—) *inż. A. Gajkiewicz*

Wydawca: Krakowskie Towarzystwo Techniczne — Kraków, Straszewskiego 28. — Redakcja: Komisja Wydawnicza.
Adres Redakcji i Administracji: Kraków, Straszewskiego 28. — Red. odp.: Inż. Br. Kopyciński, tel. 538-82.
Prenumeratę przyjmują: Krakowskie Tow. Techniczne Kraków, Straszewskiego 28 Konto PKO Nr IV-1140 i Księgarnia St. Kamiński Kraków — Podwale 6 Konto PKO Nr IV-638.
Cena numeru podwójnego Zł 60. Prenumerata kwartalna Zł 80.

Druk Instytutu Rzem. Przemysł. Kraków, ul. Smoleńsk 9.